

EDITORIAL

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Wassalamu'aaikum, Wr. Wb.

Dewan Redaksi



Analisis Senyawa Inhibitor Enzim Katepsin Kulit Ikan Patin terhadap Penundaan Kemunduran Mutu Cumi-Cumi	
Fitriana Dian Kusuma, R. Susanti, Septiana Anggraini, Dyken Dwi Arlinda	61-67
Struktur Anatomis Ovarium dan Perkembangan Buah Adas (<i>Foeniculum Vulgare</i> Mill.)	
Bayu Nowo, Adi Siti Susanti	68-75
Keanekaragaman Spesies dalam Sistem Agroforestri di Desa Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah	
Efri roziaty, Yunitisia Pristiwi.....	76-88
Inventarisasi dan Strategi Penataan Koleksi Pteridophyta di Rumah Kaca kebun Raya Purwodadi	
Elga Renjana, Elok Rifqi Firdiana.....	89-100
Efektivitas Cendawan Entomopatogen <i>Metarhizium Anisopliae</i> dalam Membunuh Imago <i>Musca Domestica</i> L. (Diptera: Muscidae)	
Florianus Flori, Noni yunizar, Linawati, Kustiati.....	101-105
Potensi Ekstrak Biji Alpukat sebagai <i>Hand Sanitizer</i> Alami: Literature Review	
Aminah Asngad, Diah Wulandari Subiakto	106-115
Kemampuan Fermentasi BAL dengan Substrat Susu Kacang Merah	
Luthfiana Indah Hastuti, Endah Retnaningrum	116-122
Pengaruh Penanganan Sampah dengan Sistem Pengomposan Terhadap Beban Tempat Pemrosesan Akhir Sampah	
Rahmawati Yustikarini, Prabang Setyono, Wiryanto.....	123-132
Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu (<i>Coccinia grandis</i> L.Voight) Terhadap Bakteri <i>Salmonella</i> sp	
Rizal Maarif Rukmana, Rahmat Budi Nugroho, Dwi Admani Wisnumurti	133-140
Kajian Jenis Pohon dalam Pengembangan Hutan Kota Kibitay Sukabumi	
Suhendar, Ardika Eri Triana, Billyardi Ramdhan	141-153
Produktivitas Jamur Merang (<i>Volvariella volvaceae</i>) pada Media Jerami dengan Penambahan Batang Pisang yang Ditanam dalam Keranjang	
M. Noris, Suparti	154-161
Jenis-Jenis Kelelawar Pemakan Buah Subordo Megachiroptera dan Sebaran Spasial di Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati	
Tsania Zuyyina Fithria, Bambang Priyono, Ning Setiati, Partaya.....	162-167

ANALISIS SENYAWA INHIBITOR ENZIM KATEPSIN KULIT IKAN PATIN TERHADAP PENUNDAAN KEMUNDURAN MUTU CUMI-CUMI

Fitriana Dian Kusuma*, R. Susanti, Septiana Anggraini, Dyken Dwi Arlinda

¹Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

*Email: fitriadiankusuma@yahoo.co.id

Paper submit: 28 Agustus 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Daya simpan cumi-cumi dipengaruhi oleh aktivitas enzim katepsin yang menyebabkan kemunduran mutu cumi-cumi pada hari ke tiga setelah fase post rigor. Aktivitas inhibitor katepsin alami dari ikan patin berpotensi menghambat kemunduran mutu ikan jenis lain. Penelitian ini dilakukan menggunakan dua variabel yaitu, konsentrasi inhibitor enzim katepsin yang diekstrak dari kulit ikan patin, dengan empat variasi yaitu 1:0; 1:1; 2:3; dan 3:2 dan lama inkubasi cumi-cumi pada fase post rigor selama 3, 7, dan 9 hari dalam ekstrak inhibitor. Hasil uji Two Way Anova menunjukkan bahwa konsentrasi perlakuan berbeda nyata dengan persentase penghambatan sedangkan lama penyimpanan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). Konsentrasi kemudian diuji lanjut dengan Duncan dan konsentrasi yang paling efektif untuk menghambat aktivitas enzim adalah konsentrasi 3:2 dengan persentase penghambatan 57%.

Kata kunci: Cumi-cumi, Kulit Ikan patin, Enzim Katepsin, Inhibitor sistein protease

Pendahuluan

Pendinginan merupakan salah satu teknik untuk mengatasi pembusukan ikan yang dilakukan selama penangkapan, pengangkutan, maupun penyimpanan (Siburian *et al.* 2012). Selain menggunakan teknik pendinginan, beberapa oknum menggunakan pengawet berbahaya untuk menjaga kesegaran ikan yaitu formalin. Pada tahun 2012 hingga 2017 cumi-cumi (*Loligo sp*) merupakan salah satu komoditas ekspor hasil laut yang terus mengalami kenaikan permintaan pasar hingga 19,96% dibandingkan dengan udang, rumput laut, tuna, cakalang, dll (KKP, 2017). Hal ini disebabkan karena cumi-cumi merupakan komoditas laut yang mengandung protein dan gizi yang baik untuk dikonsumsi

Cumi-cumi mempunyai daya simpan yang rendah akibat adanya kemunduran mutu setelah fase *post rigor*. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya simpan cumi-cumi adalah aktivitas enzim katepsin. Aktivitas enzim akan meningkat dan mencapai titik tertinggi pada

pembusukan karena enzim akan menguraikan protein dan menghasilkan senyawa-senyawa metabolit yang menyebabkan perubahan bau, tekstur, dan cita rasa (Fentiana, 2009). Hasil penelitian Vaz-pires *et al.* (2008) menunjukkan bahwa cumi dengan perlakuan penyiangan memiliki kenampakan krem sedikit kecoklatan dan pucat, berbau busuk, tekstur yang tidak elastis dan sedikit empuk. Penilaian cumi-cumi dengan perlakuan tanpa penyiangan, memiliki kenampakan mantel berwarna krem kecoklatan dan pucat, berbau busuk, dan tekstur yang lunak.

Faktor penyebab kemunduran mutu cumi-cumi diantaranya adalah organoleptik (7-14 hari), enzimatik (3-6 hari), dan histologis (6 hari) (Alviana, 2017). Faktor yang paling cepat menyebabkan kemunduran mutu cumi-cumi adalah faktor enzimatik. Menurut Nurhayanti *et al.* (2015), enzim katepsin merupakan enzim proteolitik yang dapat memecah struktur protein pada tubuh makhluk hidup. Aktivitas enzim katepsin dapat dicegah dengan inhibitor spesifik. Hasil pengujian Fikri (2014), menunjukkan

bahwa ekstrak ikan patin mempunyai aktivitas inhibitor enzim katepsin yang hampir sama dengan *phenylmethylsulfonyl fluoride* (PMSF) konsentrasi 1 mM dan 5 mM, namun masih di bawah aktivitas inhibitor pepstatin 1 μ M (94,20%) serta aktivitas penghambatan EDTA sebesar 91,071% (1 mM) dan 92,857% (5 mM). Inhibitor spesifik terhadap enzim katepsin menurut Hanada *et al.* (2014) adalah *L-trans-Epoxy Succinyl-leucylamido (4-guanido) butane* atau E-64 yang mempunyai 4 gugus fungsi utama yaitu, *guanidyl, epoxide, 1,2-dicarboxyl groups* dan ikatan peptida.

Menurut Nurhayanti (2015), kulit ikan patin (*Pangasius djambal*) mempunyai kemampuan menghambat aktivitas enzim katepsin hingga 90%. Indonesia sejak tahun 2016 mengalami lonjakan budidaya ikan patin sebesar 437.111 ton dan mempunyai 6 perusahaan filet ikan patin dengan kapasitas produksi 350 ton per bulan. Kondisi ini sangat memungkinkan kulit ikan patin dimanfaatkan sebagai pengawet cumi-cumi yang permintaan pasarnya terus mengalami peningkatan (KKP, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian aktivitas inhibitor enzim katepsin kulit ikan patin terhadap penundaan kemunduran mutu cumi-cumi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung peningkatan kualitas perikanan nasional, khususnya cumi-cumi.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Biokimia, Mikrobiologi, Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi, dan Laboratorium Riset Fisika Universitas Negeri Semarang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain rancangan acak dengan dua pola faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi inhibitor enzim katepsin yang diekstrak dari kulit ikan patin, dengan empat variasi yaitu 1:0; 1:1; 2:3; dan 3:2. Faktor kedua adalah lama rendaman/inkubasi cumi-cumi pada fase *post rigor* selama 3, 7, dan 9 hari dalam ekstrak inhibitor. Setelah direndam, aktivitas enzim katepsin pada cumi-cumi diukur dengan metode spektrofotometri.

1. Ekstraksi inhibitor enzim katepsin dari kulit ikan patin (Dinu *et al.*, 2002)

Kulit ikan patin (*Pangasius sp*) dipisahkan dari daging dan komponen lainnya, kemudian kulit ikan patin dioven selama 7 hari dan dihaluskan dengan blender. Sebanyak 100 gram kulit ikan patin halus dihomogenisasi dengan 100 mL akuades dingin. Selanjutnya, disentrifugasi (Scilogex DM0412) pada suhu dingin dengan kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Supernatan diambil dan ditambahkan buffer McIlvaine's pH 5,5 (asam sitrat dan Sodium pospat (Merck)) dengan volume yang sama dengan supernatan. Campuran tersebut selanjutnya diinkubasi selama 10 menit pada suhu 80°C, dan disentrifugasi pada kecepatan 7000 rpm selama 15 menit. Supernatannya diambil dan disimpan pada suhu dingin. Ekstrak kulit ikan patin tersebut, selanjutnya diuji kandungan gugus fungsinya menggunakan FT-IR atau *IR spectry* (PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06).

Ekstrak inhibitor enzim katepsin kulit ikan patin dibuat menjadi empat variasi konsentrasi yaitu 1:0 (1 bagian ekstrak inhibitor, tanpa buffer McIlvaine's), 1:1 (1 bagian ekstrak inhibitor, 1 bagian buffer McIlvaine's), 2:3 (2 bagian ekstrak inhibitor, 3 bagian buffer McIlvaine's), dan 3:2 (3 bagian ekstrak inhibitor, 2 bagian McIlvaine's).

2. Aplikasi Ekstrak Inhibitor Kulit Ikan Patin terhadap Cumi-cumi

Cumi-cumi direndam ke dalam ekstrak inhibitor enzim katepsin dengan konsentrasi yang telah dibuat. Kemudian, Cumi-cumi yang telah direndam ekstrak inhibitor diinkubasi pada suhu 4°C. Setiap hari ketiga, ketujuh, dan ke sembilan aktivitas enzim katepsin pada Cumi-cumi dihitung dengan metode spektrofotometri.

3. Ekstraksi enzim katepsin Cumi-cumi (Dinu *et al.*, 2002)

Setelah cumi-cumi direndam dalam ekstrak inhibitor enzim katepsin dari ikan patin, dengan variasi konsentrasi dan lama rendaman, cumi-cumi diekstraksi dan diuji aktivitas enzim katepsinnya. Sebanyak 10 gram daging cumi-cumi disuspensikan 10 mL akuades dingin 4°C, kemudian dihomogenisasi pada suhu 25°C.

Ekstrak tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 1000 rpm selama 10 menit, kemudian supernatan yang diperoleh disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Pelet yang dihasilkan dilarutkan dalam 0,1 M Buffer tris-HCl pH 7,4 (Tris base (Merck) dan HCl (Merck)) dengan perbandingan 1:5 dan disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya, supernatan yang mengandung enzim katepsin diambil untuk dianalisis.

4. Uji aktivitas enzim katepsin

Aktivitas enzim katepsin diukur dengan metode spektrofotometri, dengan langkah-langkah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran aktivitas enzim katepsin dengan spektrofotometer

Pereaksi	Sample (mL)	Standar (mL)	Blanko (mL)
Buffer tris 0,1 M pH 7,4	0,1	0,1	0,1
Katepsin	0,1	-	-
Tirosin (Merck)	0,1	0,1	-
Akuades	-	0,1	-
Hemoglobin 2% (Merck)	0,5	-	0,1
Preinkubasi 37°C, 30 menit			
Hemoglobin 2%	0,5	0,5	0,5
Diinkubasi 37°C 10 menit			
TCA 5% (Merck)	2	2	2
Disaring dengan kertas saring			
Filtrat	1	1	1
Folin (Merck)	1	1	1
Diamkan pada 37°C, 20 menit			
Absorbansi diukur dengan spektrofotometer (PerkinElmer Lambda 950 UV VIS) panjang gelombang 750 nm			

5. Perhitungan aktivitas enzim katepsin

Aktivitas enzim katepsin dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$UA = \frac{\text{Abs sample} - \text{Abs Blanko}}{\text{Abs Standar} - \text{Abs Blanko}} \times P \times \frac{1}{T}$$

Keterangan :

U = Jumlah tirosin yang dihasilkan per mL enzim per menit

P = Faktor pengenceran

T = Waktu inkubasi (10 menit)

6. Penghitungan penghambatan inhibitor kulit ikan patin

Persentase daya inhibisi dari inhibitor enzim dari kulit ikan patin dapat dihitung dengan rumus:

Persentasi Penghambatan =

$$\left(1 - \frac{\text{(aktivitas katepsin dengan inhibitor)}}{\text{(aktivitas katepsin tanpa inhibitor)}}\right) \times 100\%$$

7. Analisis Data

Data daya hambat inhibitor enzim, masing-masing dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dua arah. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Aktivitas enzim katepsin pada hari ke 3, 7, dan 9 menunjukkan bahwa, aktivitas enzim katepsin paling tinggi yaitu hari ke 7 dan mengalami penurunan pada hari ke 8 pada semua konsentrasi. Hasil penelitian Alviana (2017), menunjukkan bahwa cumi-cumi mengalami aktivitas enzim yang paling optimal pada hari ke-3 kemudian mengalami kenaikan sangat tajam pada hari ke-6 dan penurunan pada hari ke-9.

Konsentrasi inhibitor yang paling optimal untuk menghambat aktivitas enzim katepsin adalah 3:2 (Tabel 2). Pada konsentrasi tersebut, aktivitas enzim yang didapatkan paling rendah. Sedangkan aktivitas enzim katepsin paling tinggi didapatkan pada perendaman konsentrasi inhibitor 1:1. Hal tersebut tidak sesuai dengan penelitian Nurhayati (2015) yang menyatakan konsentrasi inhibitor kulit ikan patin 1:1 adalah konsentrasi paling efektif untuk menghambat aktivitas enzim katepsin pada ikan bandeng. Perbedaan hasil penelitian ini disebabkan karena habitat dari cumi-cumi dan ikan bandeng berbeda.

Tabel 2. Rata-rata aktivitas enzim (U/mL) Katepsin pada cumi-cumi setelah direndam ekstrak inhibitor kulit ikan patin

Konsentrasi Inhibitor	Lama inkubasi Aktivitas Enzim (U/mL)		
	Hari ke-3	Hari ke-7	Hari ke-9
1:0	0,2323	0,2685	0,1799
1:1	0,2493	0,2697	0,2101
2:3	0,2092	0,2536	0,1857
3:2	0,1900	0,2350	0,1708
Kontrol	0,3658	0,6120	0,5551

Habitat cumi-cumi adalah laut yang pada umumnya mempunyai pH air yang berbeda dengan ikan bandeng yang hidup di air tambak. Pada cumi-cumi yang mempunyai habitat di air laut mempunyai pH berkisar 7 - 9 (Poernomo *et al.*, 1988). Sementara ikan bandeng mempunyai pH sebesar 7- 8 (Faisyal *et al.*, 2016). Perbedaan pH pada ikan bandeng dan cumi-cumi menyebabkan aktivitas enzim pada cumi-cumi dan ikan bandeng berbeda.

Setelah diuji pengaruh inhibitor terhadap aktivitas enzim kemudian menguji persentase

penghambatan oleh inhibitor kulit ikan patin. Penghambatan oleh inhibitor kulit ikan patin pada cumi-cumi akan memperlambat pembusukan cumi-cumi. Inhibitor enzim katepsin tersebut dibagi menjadi empat konsentrasi sebagai variabel terikat dengan konsentrasi 1:0; 1:1, 2:3, 3:2 untuk dihitung absorbansinya secara *in vitro* pada hari ke 3, 7, dan ke 9. Semakin tinggi absorbansi sampel maka aktivitasnya semakin tinggi.

Berikut merupakan hasil persentase penghambatan inhibitor kulit ikan patin terhadap aktivitas enzim katepsin cumi-cumi.

Tabel 3. Persentase (%) Penghambatan Inhibitor Kulit Ikan Patin terhadap Enzim Katepsin cumi-cumi

Konsentrasi	Lama inkubasi		
	Hari ke-3	Hari ke-7	Hari ke-9
1:0	47,6667	47,1667	47,66667
1:1	46,1667	47,0000	46,1667
2:3	56,6667	48,6667	56,6667
3:2	58,6667	54,0000	58,6667

Hasil persentase diatas menunjukkan konsentrasi yang paling tepat dalam menghambat aktivitas enzim katepsin. Tabel 5 diatas menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3:2 inhibitor enzim katepsin mengalami penghambatan yang paling tinggi hingga mencapai 54 - 58,67 % selanjutnya konsentrasi 2:3 mencapai 48-56 %, konsentrasi 1:0 mencapai 47,67 %, dan 1:1 antara 46-47 %. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor

yang paling efektif dalam menghambat aktivitas enzim katepsin adalah pada konsentrasi 3:2. Konsentrasi 3:2 dilakukan dengan melarutkan inhibitor volume 3 bagian dan buffer mcllvaine's 2 bagian. Hasil perhitungan tabel diatas kemudian dilakukan pengujian ANNOVA dua arah dan variabel bebas yang signifikan diuji lanjut duncan. Berikut merupakan hasil dari uji ANNOVA penghambatan aktivitas enzim katepsin dengan ekstrak kulit ikan patin.

Tabel 4. Uji Annona Penghambatan Aktivitas Enzim Katepsin dengan Ekstrak Kulit Ikan Patin

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1948.305	11	177.119	3.385	.001
Intercept	189609.108	1	189609.108	3623.472	.000
Konsentrasi	1534.066	3	511.355	9.772	.000
Lama	181.854	2	90.927	1.738	.185
Konsentrasi * hari	266.785	6	44.464	.850	.537
Error	3139.681	60	52.328		
Total	194303.000	72			
Corrected Total	5087.986	71			

Pengujian ANOVA menunjukkan bahwa pengaruh hari dan hari* konsentrasi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap penghambatan dengan taraf signifikansi 0,05 sehingga tidak

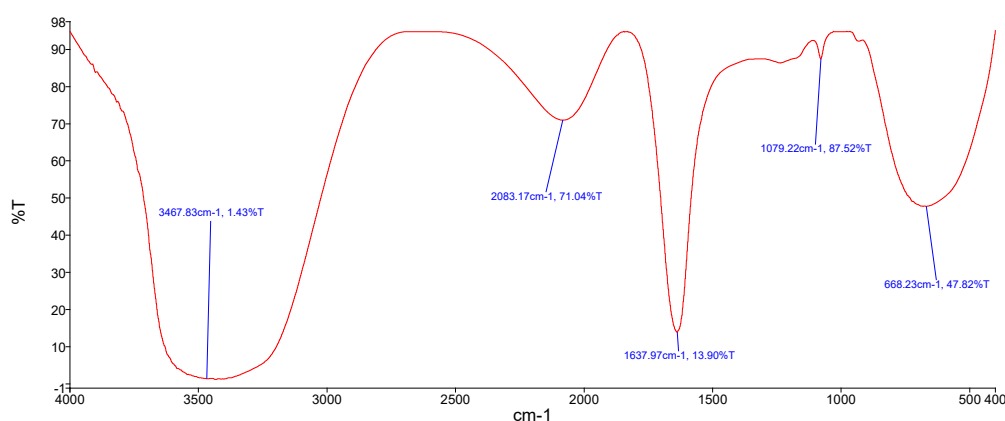
dilakukan uji lanjut duncan. Sedangkan, pengaruh konsentrasi inhibitor kulit ikan patin

berbeda nyata dengan persentase penghambatan terhadap enzim katepsin sehingga dilanjutkan uji lanjut duncan. Hasil dari uji lanjut duncan dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengujian FTIR pada Gambar 2 dapat menginterpretasikan sebagai gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Duncan

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
1:1	18	46.666b	
1:0	19	47.105b	
2:3	17		54.588a
3:2	18		57.111a
Sig.		.856	.300



Gambar 1. Hasil Uji FTIR Ekstrak Kulit Ikan Patin

Tabel 6. Pembacaan Hasil FTIR

Peak Name	Bilangan Gelombang	Wilayah serapan	Keterangan	Referensi
7	668.23	500-1500	Gugus Sistein	Dachriyanus, 2004
6	1079.22	1000-1100	Gugus C=O	Kong dan Yu, 2007
5	1637.97	1600-1690	C=O Stretching	Jilie dan shaoning, 2007
4	2083.17	2936-2021	CH	Gende <i>et al.</i> , 2008
3	3401			
2	3435.42	3400	Gugus OH	Coates, 2002
1	3467.83			

Hasil uji FTIR diatas dapat disimpulkan bahwa senyawa tersebut mempunyai ciri khas dengan adanya gugus Carboyl (C=O), gugus hidroksi (-OH), dan carboxymethyl groups dan ikatan sulfida (sistein). Penghambatan oleh gugus OH terjadi karena alkohol mengandung suatu oksigen dengan dua pasang elektron valensi menyendiri yang bersifat polar, sehingga alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen antara molekul-molekulnya, dengan air maupun senyawa lain apa saja, yang mengandung NH atau OH (Fessenden dan Fessenden, 1986). Sistein merupakan asam amino yang mempunyai gugus sulfhidril, gugus ini berinteraksi dengan produk 0-quinon membentuk senyawa Cystein Quinon Addition Compound (CQAC), yang mengakibatkan senyawa melanoidin yang menyebabkan perubahan warna tidak terbentuk. CQAC mempunyai struktur mirip dengan substrat, sehingga CQAC juga dapat berikatan dengan pusat aktif enzim berkompetisi dengan substrat, sehingga sistein dapat bersifat inhibitor kompetitif (Mardiah, 2011).

Simpulan

Aktivitas enzim katepsin cumi-cumi dapat dihambat oleh inhibitor kulit ikan patin pada konsentrasi 3:2 dengan aktivitas paling kecil pada Konsentrasi inhibitor enzim katepsin hari ke 3 mencapai 0,226 U/mL , hari ke 7 mencapai 0,2209 U/mL, dan hari ke 9 mencapai 0,18 U/mL. Penghambatan yang dihasilkan paling baik pada konsentrasi 3:2 dengan persentase penghambatan mencapai 57%.

Ucapan Terima kasih

Kami ucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan yang telah memberikan dana penelitian yang terdapat pada surat nomor 1020/B3.1/KM/2018 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

- Alviana D. (2017). Kemunduran Mutu Daging Cumi-Cumi Selama Penyimpanan Suhu Dingin Berdasarkan Aspek Enzimatis Dan Histologis. *Skripsi*. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Coates J.,P. (2002). The future challenges facing the development of new antimicrobial drugs. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 1(11): 895-910.
- Dachriyanus. (2004). Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrofotometri, Hal 1-37, Andalas University Press, Padang.
- Dinu D, Dumitru IF, Neichifor MT. 2002. Isolation and Charecterization of Two Chatepsin from Muscle Carrasius Aurutus gibelio. *Roum Biotechnol*, 7(3) : 753-758.

- Faisyal Y, Rejeki S, Widowati L.,L. (2016). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) di Keramba Jaring Apung di Perairan Terabrasi Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 155-161.
- Fentiana N. (2009). Peranan enzim protease jeroan ikan bandeng (*Chanos chanos*) dalam proses kemunduran mutu ikan. *Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan*: 25-34.
- Fessenden, R.J. and J.S. Fessenden. (1986). Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga. Jilid 1. Terjemahan oleh A.H. Pudjaatmaka. *Erlangga*. Jakarta.
- Fikri M., Z, Nurhayati T, Salamah E. 2014. Ekstraksi dan Karakterisasi Parsial Ekstrak Kasar Enzim Katepsin dari Ikan Patin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(1) : 119-123.
- Gende, B. L., Floris, I., Fritz, R., and Eguaras, M. J. (2008). Antimicrobial Activity of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Essential Oil and Its Main Components Against *Paenibacillus* Larvae From Argentine. *Bulletin of Insectology*, 61(1): 1-4.
- Lopez-Caballero, M., O, Martinez-Alvarez, M.C, Gomez-Guillen, and P. Montero. (2006). Effect of natural compounds alternative to commercial antimelanotics on polyphenol oxidase activity and microbial growth in cultured prawns (*Marsupenaeus tiger*) during chilled storage. *Eur. Food Res. Technol.* 223:7-15.
- Hanada K, Tamai M, Yamagishi M, Ohmura S, Sawaja J & Tanaka I. (2014). Isolation and Characterization of E-64, a New Thiol Protease Inhibitor. *Agricultural and Biological Chemistry*, 42(3): 523-528.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2017). Statistik Perikanan Tangkap Indonesia menurut Provinsi Tahun 2017. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kong, J dan Yu, S. (2007). Fourier Transform Infrared Spectroscopic Analysis Of Protein Secondary Structures. *Acta biochimica et biophysica sinica* 39(8): 549-559.
- Mardiah E. (2011). Mekanisme Inhibisi Enzim Polifenol Oksidase Pada Sari Buah Markisa Dengan Sistein Dan Asam Askorba. *J.Ris.Kim.* 4(2): 32-37.
- Nurhayantai T. (2015). Natural Cathepsin Inhibitor to Inhibit Milkfish Deterioration during Chilling Storage. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2) : 521-524.
- Poernomo A. (1988). Pembuatan Tambak Udang di Indonesia. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros.
- Sibirian ETP, Pramesti D, Nana K. (2012).. Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi ikan bandeng. *Unnes Journal of Life Science*, 1(2):101- 105.
- Vaz-Pires P & Seixas P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control*. 17: 942-949.

STRUKTUR ANATOMIS OVARIUM DAN PERKEMBANGAN BUAH ADAS (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Bayu Nowo Adi*, Siti Susanti

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara, Bulaksumur
Yogyakarta 55281

*Email: bayu.nowo.a@mail.ugm.ac.id

Paper submit: 25 September 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) merupakan tanaman yang digunakan secara luas sebagai tanaman obat dan rempah terutama bagian buah. Pemahaman mengenai struktur anatomis ovarium dan perkembangannya menjadi buah dapat dijadikan sebagai dasar studi untuk pengembangan metode pemanfaatan buah. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari struktur anatomis ovarium dan perkembangan buah adas. Sampel ovarium dan buah adas dalam 9 fase umur difiksasi dengan larutan FAA. Preparat dibuat dengan menggunakan metode parafin dengan pewarnaan tunggal menggunakan safranin 1% dan diamati di bawah mikroskop cahaya menggunakan OptiLab. Analisis data dilakukan dengan analisis kualitatif dan deskriptif. Ovarium bunga adas memiliki dua daun buah yang terdiri atas lapisan jaringan epidermis dan lapisan jaringan parenkim dengan bentuk sel membulat dan ruang antar sel yang sempit. Terdapat lima berkas pembuluh dan vittae pada bagian tengah lapisan parenkim. Masing-masing daun buah terdapat satu kantung embrio dan akan berkembang menjadi satu merikarpium. Eksokarpium berkembang dari epidermis ovarium dan 2-3 lapis sel parenkim di bawahnya, mesokarpium berkembang dari sel parenkim pada bagian tengah, serta endokarpium berkembang dari sel parenkim yang berbatasan dengan ruang ovulum. Eksokarpium dan endokarpium tidak mengalami perkembangan dan menipis di akhir perkembangan buah. Berkas pembuluh dan vittae masih dapat diamati di akhir fase. Berkas pembuluh bermigrasi ke sudut-sudut buah adas dan membentuk rigi.

Kata kunci: buah adas, eksokarpium, endokarpium, mesokarpium, ovarium

Pendahuluan

Adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) merupakan tumbuhan anggota famili Apiaceae yang berasal dari mediterania (Kaur dan Arora, 2009). Di daerah tersebut buah adas digunakan secara luas sebagai komoditas dalam industri farmakologis (Badgujar et al., 2014). Di Indonesia, khususnya Jawa di daerah tertentu, buah adas digunakan sebagai rempah dan obat tradisional (Kooti et al., 2015).

Buah adas mampu menunjukkan berbagai aktivitas farmakologis diantaranya aktifitas anti-inflamasi, anti-alergi, hepatoprotektif, ansiolitik, antistress, sifat memperkuat ingatan, nootropik, anti-tumor, sittoksik, antipiretik, hipopidemik, hipoglikemik, anti-spasmodik, apoptotik, anti-penuaan, bronkodilatori dan anti-oksidan (Badgujar et al., 2014; Khan dan Musharaf, 2014; Rather

et al., 2016; Senatore et al., 2013; Zoubiri et al., 2014)

Buah adas yang mengandung berbagai jenis senyawa fitokimia mampu dijadikan sebagai sumber bahan baku industri farmakologi, sering dengan berkembangnya peradaban manusia dan kebutuhan akan pelayanan kesehatan dan medikasi (Telci et al., 2009). Pemahaman mengenai perkembangan buah dari suatu tanaman mampu memberikan dasar untuk studi lanjutan terkait metode perbanyak alternatif seperti kultur jaringan yang mampu menghasilkan kumpulan sel yang sejenis dengan sel penyusun buah, tanpa perlu menumbuhkannya (Bhojwani dan Dantu, 2013).

Perkembangan buah dari suatu tanaman sangat berkaitan erat dengan ovarium. Hal tersebut dikarenakan buah merupakan hasil perkembangan dinding ovarium (Pool, 1941). Dinding ovarium tersebut akan

berkembang menjadi suatu lapisan yang disebut perikarpium (Seymour *et al.*, 2013). Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, penelitian ini dilaksanakan untuk memahami struktur anatomis ovarium adas serta memahami proses perkembangan buah adas dari polinasi hingga panen.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Februari hingga Juli 2019. Sampel bunga dan buah adas diperoleh di ladang pertanian Desa Genting, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Sampel dikelompokkan berdasarkan urutan hari setelah bunga mengalami antesis.

Sampel difiksasi menggunakan larutan FAA dan dipreparasi menggunakan metode parafin dengan pewarnaan tunggal (Leitao dan Cortelazzo, 2008). Pewarna yang digunakan adalah safranin 1% dalam alkohol 70%.

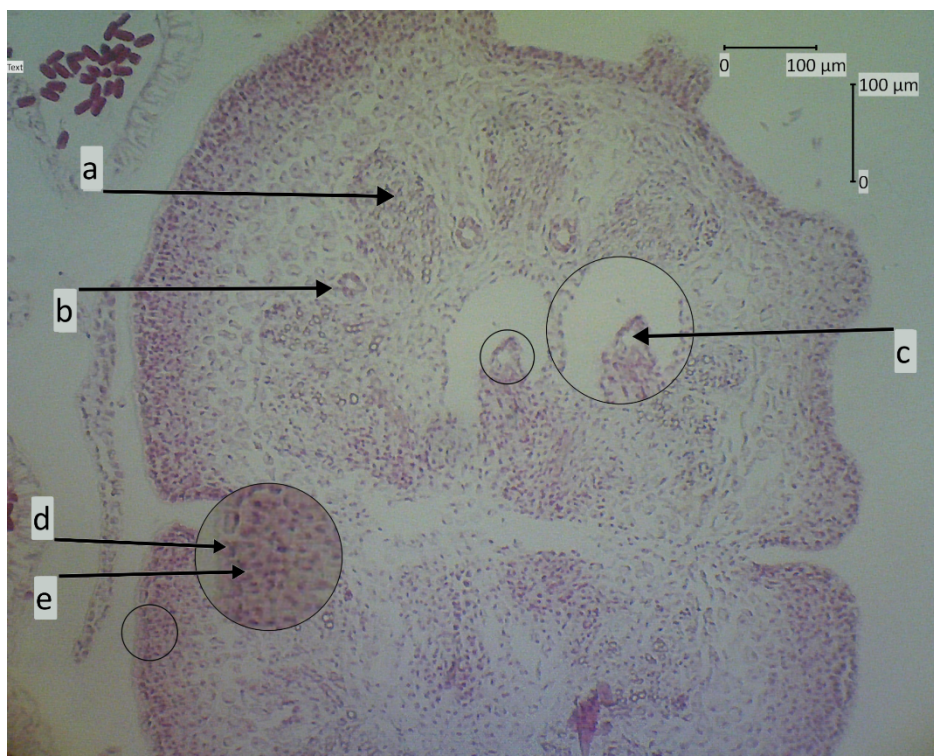
Preparat diamati dibawah mikroskop cahaya yang dilengkapi dengan OptiLab®. Paramater yang diamati meliputi struktur ovarium dan perkembangan buah. Data pengamatan dianalisis secara kualitatif dan deskriptif melalui gambar seri.

Hasil dan Pembahasan

Bunga adas merupakan bunga majemuk, yang mana dalam satu tangkai bunga terdapat lebih dari satu bunga. Masing-masing bunga adas pada satu tandan memiliki kecepatan pematangan yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan perbedaan posisi bunga pada tandan menyebabkan perbedaan kekuatan angin yang diperoleh bunga sehingga dapat terjadi polinasi (Seymour *et al.*, 2013).

1. Struktur Ovarium Adas

Struktur ovarium adas diamati ketika bunga adas mengalami antesis.



Gambar 1. Penampang melintang ovarium buah adas dengan sisipan pembesaran bagian kantung embrio dan lapisan sel-sel terluar. Keterangan: a. Berkas pembuluh, b. Saluran kelenjar, c. Zigot, d. Epidermis, e. Parenkim sub epidermis.

Ovarium secara umum terbentuk dari daun-daun buah yang berbentuk silinder longitudinal (Seymour *et al.*, 2013). Kebanyakan bunga anggota familia Apiaceae memiliki ovarium dengan dua daun buah yang akan membentuk buah dengan simetri bilateral yang terdiri atas dua merikarpium yang identik. Berkas pembuluh pada setiap periantium akan menyusun rangka pada masing-masing merikarpium. Rangka merikarpium tersebut membentuk tonjolan yang dinamakan *rigi* (Winter *et al.*, 1993).

Epidermis ovarium tersusun dari satu lapis sel yang memiliki bentuk pipih. Trikoma tidak ditemukan dalam lapisan ini. Di sebelah dalam dari lapisan epidermis terdapat 1 sampai 2 lapis jaringan parenkim dengan bentuk sel membulat, dinding sel tipis dan hampir tidak ada ruang antar sel. Tiga hingga lima lapis sel di sebelah dalam, sel-sel parenkim memiliki bentuk cenderung lebih pipih dan ruang antar sel relatif lebih luas (Gambar 1). Susunan lapisan sel ini sebagaimana susunan lapisan sel ovarium secara umum (Seymour *et al.*, 2013).

Pada lapisan sel parenkim, terdapat lima berkas pembuluh. Di antara berkas pembuluh terdapat saluran kelenjar yang membentuk lingkaran, disebut sebagai *vittae* berjumlah lima (Gambar 1). Saluran kelenjar tersebut merupakan tempat akumulasi senyawa metabolit sekunder pada adas (Bernath dan Mihalik, 2001). *Vittae* merupakan salah satu ciri khas dari tumbuhan anggota Famili Apiaceae dan jumlah *vittae* di antara anggota famili tersebut sangat bervariasi (Urusak dan Kizilarlan, 2013).

Di bagian dalam terdapat kantung embrio, yang mengandung satu zigot. Pada bagian basal, pada tempat melekatnya satu ovarium dengan

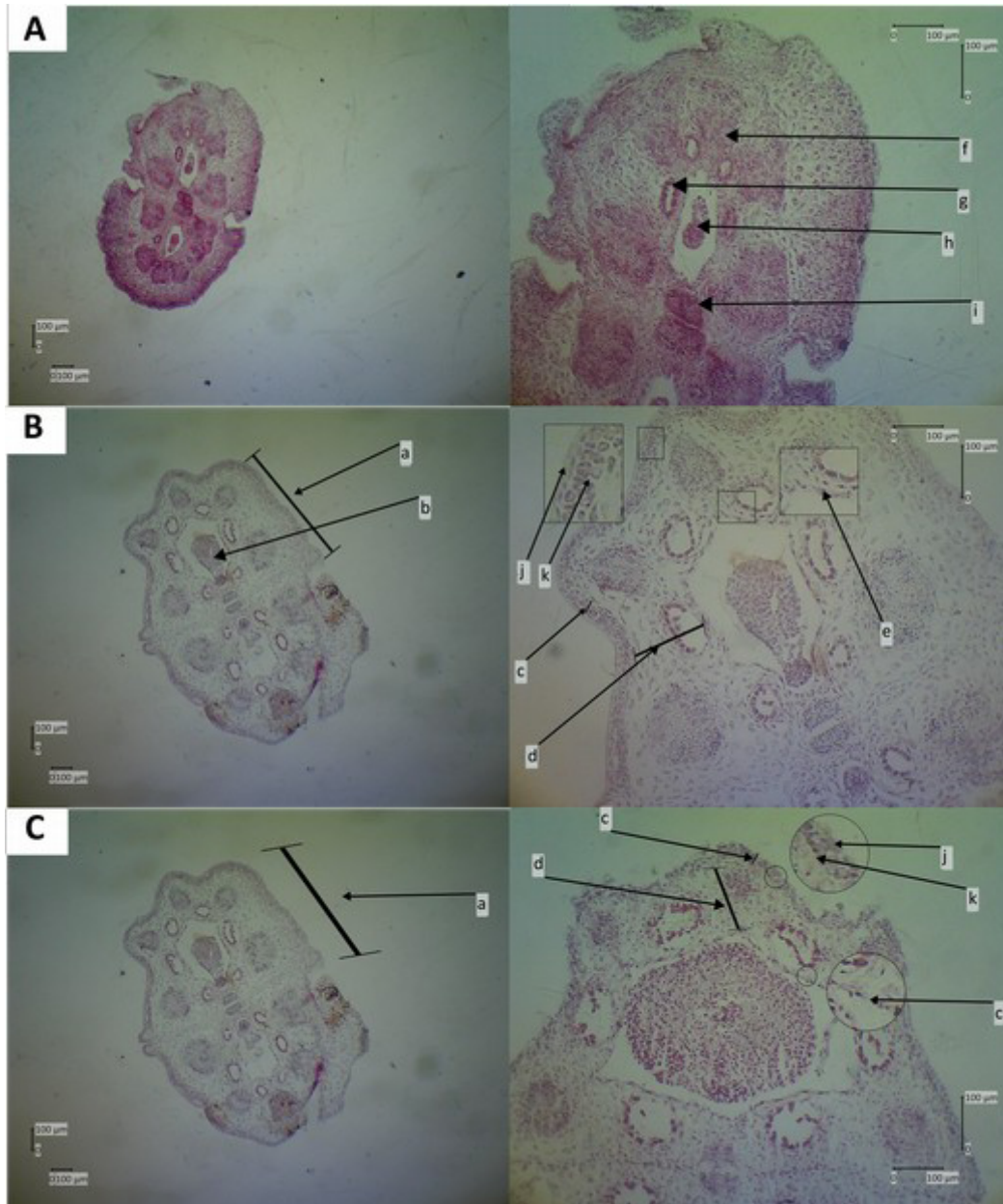
ovarium lain, terdapat sel parenkim dengan densitas relatif tinggi, berukuran kecil, bentuk tidak beraturan dan hampir tidak ada ruang antar sel (Gambar 1). Ovulum yang teramati masih dalam proses perkembangan. Hal tersebut dapat dilihat dari funikulus yang belum terlihat jelas serta lapisan-lapisan ovulum yang belum bisa dibedakan (Pandey, 2006).

2. Perkembangan Buah Adas

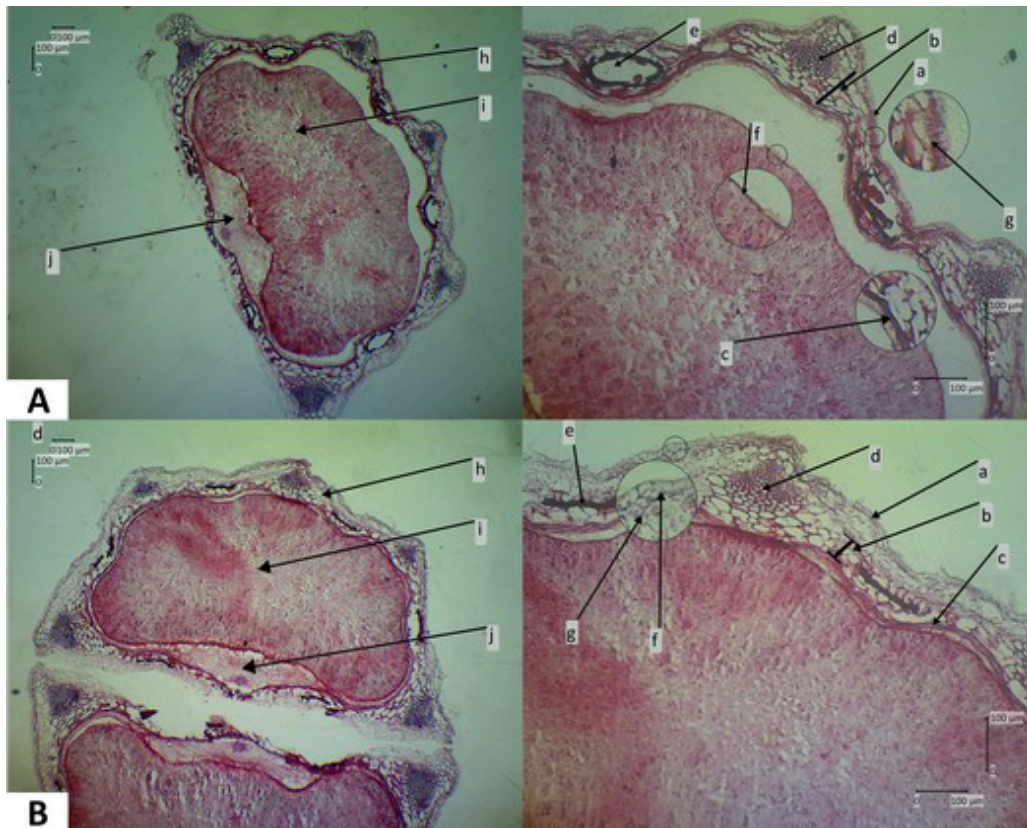
Telah diamati sebanyak 7 fase perkembangan ovarium menjadi dari hari ke-1 hingga hari ke-35 setelah antesis. Proembrio sudah mulai terbentuk pada fase hari ke-1 setelah antesis. Kantung embrio mengalami peningkatan volume dan menekan lapisan parenkim tengah dinding ovarium. Penekanan tersebut menimbulkan posisi berkas pembuluh dan *vittae* menjadi tidak teratur (Gambar 2A).

Lapisan sel calon eksokarpium, mesokarpium dan endokarpium mulai tampak pada fase hari ke-3. Pada hari yang sama, endosperm mulai mengalami perkembangan di dalam kantung embrio. Endosperm berbentuk bulat telur terbalik dan menempati bagian basal ovarium (Gambar 2B).

Lapisan calon eksokarpium mengalami penyusutan ketika memasuki fase hari ke-15 setelah antesis, berkembang dari lapisan sel epidermis ovarium dan tiga sampai lima lapis sel parenkim di sebelah dalamnya. Eksokarpium mulai terlihat jelas di fase hari ke-5 setelah antesis (Gambar 2C). Lapisan epidermis masih dapat diamati fase hari ke-35 setelah antesis (Gambar 4B). Lapisan parenkim penyusun eksokarpium mengalami penyusutan ketika memasuki fase hari ke-15 setelah antesis.



Gambar 2: Penampang melintang ovarium buah adas dengan sisipan pembesaran bagian kantung embrio dan lapisan sel-sel terluar. A. Fase hari ke 1 setelah antesis. B. Fase hari ke-3 setelah antesis. C. Fase hari ke-5 setelah antesis. Keterangan: a. merikarpium, b. endosperm, c. eksokarpium, d. mesokarpium, e. endokarpium, f. berkas pembuluh, g. vittae, h. proembrio, i. Massa sel parenkim basal, j. epidermis penyusun eksokarpium, k. parenkim penyusun eksokarpium.



Gambar 3: Penampang melintang buah adas dengan sisipan pembesaran lapisan eksokarpium. A. Fase hari ke-20 setelah antesis. B. Fase hari ke-25 setelah antesis. Keterangan: a. eksokarpium, b. mesokarpium, c. endokarpium, d. berkas pembuluh, e. vittae, f. tegmen, g. epidermis penyusun eksokarpium, h. perikarpium, i. Endosperm, j. aleuron, k. parenkim penyusun eksokarpium.

Lapisan mesokarpium berkembang dari lapisan parenkim bagian tengah dinding ovarium. Pada fase hari ke-3, sel-sel calon mesokarpium terlihat memiliki bentuk membulat, umumnya dua lapis dan ada ruang antar sel yang relatif renggang, yang berisi metabolit sekunder dan hasil fotosintesis (Mourao dan Belrati, 2001). Ruang antar sel ini menyusut ketika sel penyusun mesokarpium mengalami ekspansi. Pada fase hari ke-15 setelah antesis, dinding sel mesokarpium mengalami lignifikasi tidak ada dinding sel yang teramati serta tidak ada ruang antar sel. Lapisan mesokarpium mengalami pengelupasan pada fase hari ke-35 setelah antesis.

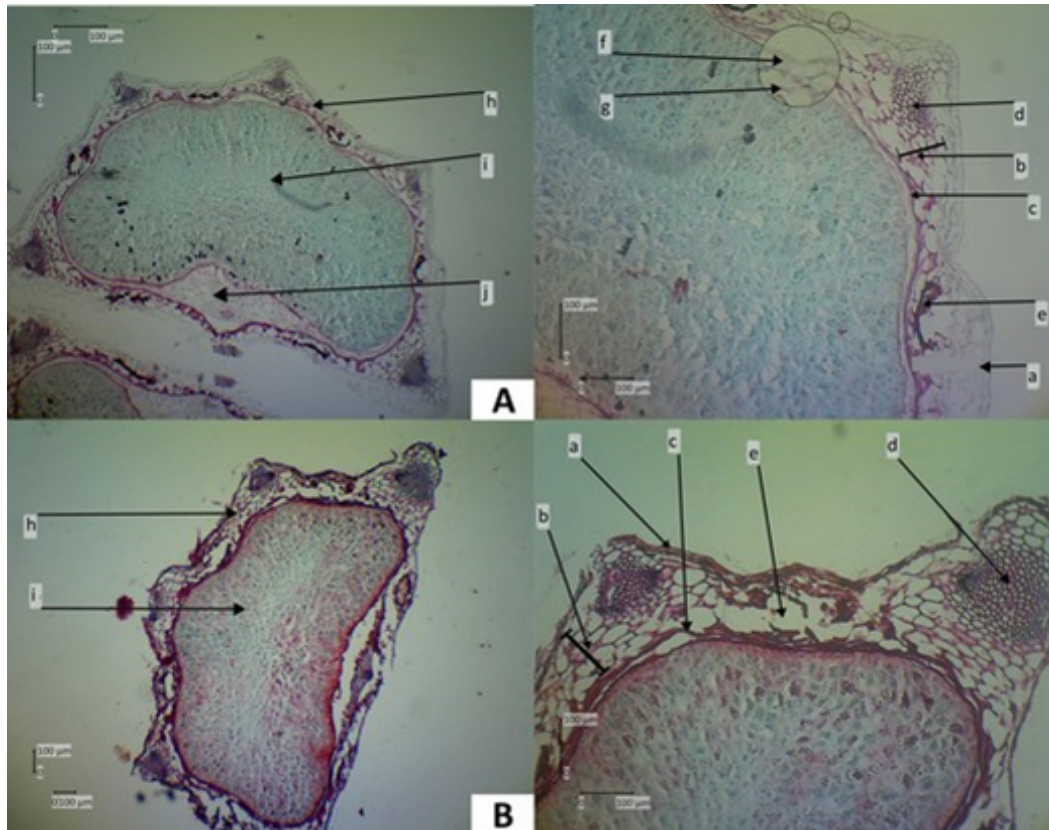
Berkas pembuluh dan *vittae* yang terletak di bagian tengah dinding ovulum masih dapat diamati hingga fase hari ke-35 setelah antesis. Berkas pembuluh bermigrasi ke tepi

mesokarpium dan membentuk rigi pada fase hari ke-15 setelah antesis (Gambar 3A).

Lapisan endokarpium berkembang dari lapisan sel parenkim terdalam dari dinding ovarium. Lapisan dapat diamati hingga fase hari ke-35 (Gambar 4B) dan mengalami proses sklerifikasi pada fase hari ke 15, dengan ditandai warna yang terpulas lebih pekat (Gonzales dan Vesperini, 2010).

Lapisan tegmen mulai teramati pada fase hari ke-15 setelah antesis. Pada hari ke-20 lapisan ini mulai terlihat menyatu dengan endokarpium (Gambar 3A).

Endosperm berkembang sejak fase hari ke-1 setelah antesis. Sel-sel penyusun endosperm terlihat memiliki banyak inti (polinuklei). Perkembangan endosperm terhenti ketika sudah memenuhi kantung embrio pada fase hari ke-20 setelah antesis.



Gambar 4: Penampang melintang buah adas dengan sisipan pembesaran lapisan eksokarpium. A. Fase hari ke-30 setelah antesis. B. Fase hari ke-35 setelah antesis. Keterangan: a. eksokarpium, b. mesokarpium, c. endokarpium, d. berkas pembuluh, e. vittae, f. epidermis penyusun eksokarpium, g. parenkim penyusun eksokarpium, h. perikarpium, i. Endosperm.

Pada hari fase hari ke-30 setelah antesis, buah mulai mengalami pengeringan. Pengeringan terjadi pada buah akibat penurunan jumlah air yang ditransportasikan oleh xilem selama proses perkembangan buah (Knipfer *et al.*, 2015). Berkurangnya transpor air tersebut menyebabkan sel-sel mesokarpium tidak mengalami peningkatan jumlah dan ukuran sel. Oleh sebab itu, sel parenkim yang menyusun mesokarpium jumlahnya terus berkurang selama perkembangan buah adas, sehingga mengalami penipisan lapisan.

Pematangan buah terjadi pada hari ke-35 setelah antesis. Pada fase ini lapisan eksokarpium dan mesokarpium mulai mengalami pengelupasan (Gambar 4B). Pengelupasan ini mempermudah terjadinya imbibisi karena penghalang masuknya air sudah tidak ada.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Ovarium bunga adas terdiri atas 3 lapis jaringan yaitu (a) Lapisan terluar yang terdiri atas satu lapis epidermis dan beberapa lapis parenkim yang kelak berkembang menjadi eksokarpium; (b) Lapisan tengah yang tersusun atas sel parenkim. Lapisan ini akan berkembang menjadi mesokarpium, dan (c) Lapisan terdalam yang tersusun atas satu lapis sel dengan dinding sel tebal. Lapisan ini kelak berkembang menjadi endokarpium. Proses perkembangan buah adas dimulai pada fase hari ke-3 setelah antesis. Titik puncak perkembangan terjadi pada fase hari ke-20 setelah antesis. Pengeringan buah dan biji dimulai pada fase hari ke-30 setelah antesis. Pemasakan buah/biji dimulai pada fase hari ke-35 setelah antesis.

Daftar Pustaka

- Kooti, E.; M. Moradi; S. Ali-Akbar; N. Sharafi-Ahvazi and M. Asadi-Samani. 2015. Therapeutic and pharmacological potential of *Foeniculum vulgare* Mill.: a review. *J HerbMed Pharmacol.* 4(1): 1-9.
- Badgular, S.B.; V.V. Patel and A.H. Bandivdekar. 2014. *Foeniculum vulgare* Mill: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and Toxicology. *BioMed Research International* 2014: 1-32.
- Bernath, J., and A. Mihalik. 2001. Regularities of the essential oil accumulation in developing fruits of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and its histological background. World Conference on Medicinal and Aromatic Plants, Budapest, Hungary, July 8–11, <http://www.diamond-congress.hu/map/mintaabstract.doc>
- Bhojwani, S.S. and P.K. Dantu. 2013. *Plant Tissue Culture : An Introductory Text*. Springer. New Delhi. Pp 39-40.
- Gonzales, A.N., and J.L. Vesperini. Anatomy and fruit development in *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid.* 67(2): 103-112.
- Kaur, G.J. and D.S. Arora. 2009. Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 9(30): 1-10.
- Khan, M. and D. S. Musharaf. 2014. *Foeniculum vulgare* Mill. A Medicinal Herb. *Medicinal Plant Research.* 4(6): 46-54.
- Knipfer, T.; J. Fei; G.A. Gambetta; A.J. McElrone; K.A. Shackel and M.A. Matthews. 2015. Water Transport Properties of the Grape Pedicel during Fruit Development: Insights into Xylem Anatomy and Function Using Microtomography. *Plant Physiology.* 168: 1590-1602.
- Leitao, C.A.E. and A.L.Cortelazzo. 2008. An Inexpensive Alternative Equipment for the Plant Material Embedding in the Paraffin under the Vacuum. *Braz. arch. biol. Technol.* 51(5): 1011-1014.
- Pool, R.J. 1941. *Flowers and Flowering Plants*. McGraw-Hill Book Company, Inc. pp. 11-24, 268.
- Rather, M.A; B.A. Dar; S.N. Shofi; B.A. Bhat and M.A. Qurishi. 2016. *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry* 9:S1574-S1583.
- Senatore, F.; F. Oliviero; E. Scandolera; O. Tagliatas-Scafati; G. Roscigno; M. Zaccardeli and E.D. Falco. 2013. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of anethole-rich oil from leaves of selected varieties of fennel [*Foeniculum vulgare* Mill. ssp. *vulgare* var. *azoricum* (Mill.) Thell]. *Fitoterapia* 90 (2013): 214-219.
- Seymour, G.B.; L. Ostergaard; N.H. Chapman; S. Knapp; C. Martin. 2013. Fruit Development and Ripening. *Annu. Rev. Plant Biol.* 64:219–41.
- Telci, I.; I. Demitras and A. Sahin. 2009. Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products* 30: 126-130.
- Urusak, E.A. and C. Kizilarlan. 2013. Fruit anatomy of some *Ferulago* (Apiaceae) species in Turkey. *Turk J Bot* 37: 343-445.
- Winter, P.J.D.; B.E. van Wyk and P.M. Tilney. 1993. The morphology and development of the fruit

of *Heteromorpha* (Apiaceae). *S.Afr.J.Bot* 59(3): 336-341.

Zoubiri, S.; A. Baaliouamer; N. Seba and Chamouni. 2014. Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil. *Arabian Journal of Chemistry* 7: 480-485.

KEANEKARAGAMAN SPESIES DALAM SISTEM AGROFORESTRI DI DESA SURAJAYA KECAMATAN PEMALANG KABUPATEN PEMALANG JAWA TENGAH.

Efri Roziaty*, Yunitisia Pristiwi

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: er375@ums.ac.id

Paper submit: Februari 2020, paper publish: Seotember 2020

Abstrak-Agroforestri adalah suatu sistem pengelolaan lahan yang lestari dengan cara memadukan hasil dari tanaman pangan termasuk di dalamnya pohon-pohonan dengan tumbuhan hutan untuk meningkatkan hasil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis vegetasi pada sistem agroforestri di Desa Surajaya Kabupaten Pemalangan Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode eksploratif dengan melakukan penjelajahan keseluruhan lokasi penelitian dan pengambilan sample secara purposive sampling. Penelitian dilakukan dengan cara menjelajahi areal hutan dan mencatat setiap jenis vegetasi baru. Hasil penelitian yang ditemukan menunjukkan bahwa ditemukan sebanyak 19 jenis vegetasi tanaman berbeda, yang dibagi kedalam jenis vegetasi tanaman hortikultura dan non hortikultura. Lahan hutan yang dibuka untuk sektor pertanian secara agroforestri sebanyak 287,89 Ha atau sebanyak 19,4% dari luas total hutan yang menyisakan 1.193,41 Ha areal hutan jati.

Kata kunci: Keragaman, Agroforestri, Hortikultura, Nonhortikultura, Desa Surajaya

Pendahuluan

Agroforestri adalah suatu sistem pengelolaan lahan yang lestari dengan cara memadukan hasil dari tanaman pangan termasuk didalamnya pohon-pohonan dengan tumbuhan hutan untuk meningkatkan hasil, selain itu dapat dipadukan dengan peternakan yang dilakukan secara bersamaan dengan sebidang tanah yang sama dan dalam waktu bersamaan serta mementingkan kebudayaan masyarakat yang berlaku didaerah setempat, sistem agroforestri memiliki keuntungan dalam bidang ekonomi, sosial, politis dan ekologis (Rahman & Hani, 2014). Salah satu daerah yang berhasil mengembangkan agroforestri di Indonesia yaitu Desa beluk, kecamatan Belik Kabupaten Pemalang yang merupakan sentra agroforestri nanas, bahkan di negara Mexico sistem agroforestri diterapkan untuk mengurangi hilangnya keanekaragaman budaya dan biologis dalam hal ini pengambilan produk hutan alam yang tidak terkendali (Pietersen, López-Acosta, Gomez-Díaz, & Lascrain-Rangel, 2018).

Permasalahan dimasyarakat saat ini adalah maraknya pengalihan fungsi lahan hutan

yang merupakan paru-paru dunia menjadi lahan pertanian (Nikoyan A., Uslinawaty, Meisanti, Rahmah, & Arsyad, 2013) dengan adanya perubahan alih fungsi lahan hutan mengindikasikan semakin besarnya angka deforestasi. Pengelolaan hutan saat ini mengalami perubahan signifikan kearah keuntungan ekonomi dalam manajemen hutan telah terlahi perubahan paradigma hutan utama kehutan sekunder yang menekankan keseimbangan sosial (ekonomi, budaya, sosial) dan ekologi (Mbow, et al., 2014). Memandang hal tersebut perlu arah pertanian yang berbasis pelestarian lingkungan, sosial dan ekonomi, oleh karena itu sistem agroforestri menjadi alternatif solusi dari permasalahan menyakut masalah pertanian tersebut (Bhagwat & Willis, 2008).

Terdapat beberapa jenis agroforestri, (Amin, Rachman, & Ramlah, 2016) adanya penerapan agroforestri berdampak baik bagi masyarakat baik secara pendapatan maupun pegoptimalan lahan, terdapat sistem agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks, agroforestri sederhana dikenal sebagai agroforestri klasik yaitu perpaduan-perpaduan konvensional yang terdiri atas sejumlah kecil unsur, pada sistem

ini masyarakat biasanya menanam pola kebun campuran yang mengkombinasikan tanaman semusim diantaranya jagung, pisang, pepaya dan tanaman hutan (pepohonan) seperti nantu, mahoni, jati, kelapa dan kemiri. Masyarakat juga menggunakan sistem agroforestri kompleks yang biasanya menggunakan lahan di halaman kebun pekarangan rumah dengan kapasitas lahan antara 0,5 Ha hingga 1 Ha, jenis tanaman yang ditanam antara lain palawija, mangga, pisang, jagung, coklat, kelapa, rambutan, nangka dan kemiri.

Indonesia memiliki keanekaragaman flora yang sangat tinggi yang tersebar hingga ke berbagai wilayah pelosok pedesaan, erosi genetik telah terjadi di wilayah pedesaan diberbagai negara tetapi tidak terjadi dengan masyarakat lokal meskipun telah melakukan program revolusi hijau. Konservasi keanekaragaman varietas tumbuhan memerlukan pengetahuan lokal yang dimiliki oleh masyarakat karena adanya seleksi dan adaptasi melalui mekanisme budaya dan ekosistem lokal atau sifat ekologi, tempat tumbuh, kesuburan tanah, dan kandungan air, sehingga aneka ragam varietas tanaman dapat terpelihara dan terlindungi (Permana, 2015).

Salah satu desa yang telah melakukan program revolusi hijau dengan menerapkan sistem agroforestri adalah Desa Surjaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang yang tergabung dalam LMDH (Lembaga Masyarakat Desa Hutan) Wanajaya yang bekerjasama dengan Perum Perhutani KPH Pemalang yang diharapkan untuk membantu perekonomian masyarakat desa. (Maryowani & Ashari, 2011) menyebutkan agroforestri yang bekerjasama dengan LMDH mampu memberikan kontribusi pendapatan rumah tangga 41,32% dan merupakan salah satu tahapan untuk mengatasi kemiskinan.

Kondisi tersebut dapat menyebabkan masyarakat tidak tertarik untuk mengelolanya karena kondisi tersebut menyebabkan lahan marginal, salah satu lahan marginal yang dapat dikelola adalah lahan didaerah dataran tinggi yang tidak produktif. Sistem agroforestri yang

baik harus memiliki fungsi ekologi dalam hal ini biomassa atas permukaan mendekati biomassa atas permukaan hutan alami (Mehmood, et al., 2016). Tingginya biomassa suatu lahan menggambarkan tingginya karbon yang terikat dalam tanaman-tanaman kayu tersebut. Penanaman tanaman kayu ataupun tanaman pohon-pohon penghasil buah-buahan di sistem agroforestri dataran rendah dan dataran tinggi dapat memperbaiki fungsi ekologi pengikat karbon (Suli, Husain, & Walangitan, 2018).

Sistem agroforestri dapat mengembangkan budidaya tanaman semusim, sistem agroforestri memiliki beberapa keunggulan yaitu: 1. Bagian dari konservasi tanah dan air dengan mampu menutup permukaan tanah dengan sempurna, 2. Mengurangi kerentanan terhadap longsor, dengan cara variasi tanaman sehingga membentuk perakaran yang kuat baik pada lapisan tanah atas maupun bawah, 3. Meningkatkan kesuburan fisika dan kimia tanah, 4. Menekan resiko gagal panen sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani, dan 5. Mempunyai peran penting dalam upaya rehabilitasi lahan kritis (Dawson, 2013).

Penerapan sistem agroforestri akan semakin besar karena petani umumnya mempunyai lahan yang terbatas (Achmad & Purwanto, 2014). Salah satu kunci keberhasilan agroforestri adalah pemilihan jenis dan pengaturan tumbuh yang tepat, sehingga tidak terjadi persaingan antar jenis tanaman kayu-kayuan dan tanaman semusim. Jenis tanaman kayu yang tepat untuk dikembangkan didaerah pegunungan adalah jenis manglid (jenis tanaman kayu khas pulau Jawa), secara alami manglid permudaannya akibat sifat benihnya yang rekalsitran (benih yang akan rusak apabiladikeringkan dan tidak tahan disimpan pada kelembaban dan suhu rendah) namun memiliki nilai yang penting bagi masyarakat didaerah tropis karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Fernando, Jayasuriya, Walck, & Wijetunga, 2013). Selain itu agroforestri di daerah pegunungan yang pada umumnya berbatasan dengan hutan hutan alam/ lindung dapat berfungsi sebagai bagian dari

konservasi jenis, mengurangi kegiatan ekstraktif dari hutan alam, adanya nilai tambah dari kegiatan penanaman pohon akan meningkatkan minat yang besar bagi petani (Dawson, 2013).

Vegetasi adalah keseluruhan total tumbuhan yang menutupi suatu daerah, atau kumpulan dari keseluruhan tumbuhan yang berada pada daerah khusus, ciri vegetasi ditentukan oleh gabungan karakteristik struktur dan fungsional yang memberi kenampakan luar tertentu atau disebut fisiognomimaupun oleh jenis-jenis tumbuhan penyusun. Vegetasi dapat terbentuk dari hubungan beberapa faktor, terdapat vegetasi lantai hutan seperti lumut dan jamur dan dapat tersusun pepohonan, semak, atau herba. mengumpulkan informasi segala jenis vegetasi dalam suatu daerah.

Masih banyak yang belum mengetahui jenis vegetasi di desa Surajaya Pemalang, sehingga belum banyak tereksplorasi jenis-jenis vegetasi agroforestri. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan peneliti dilapangan, wilayah Desa Surajaya Kecamatan Pemalang, Pemalang memiliki kawasan agroforestri cukup luas sebelum memasuki kawasan hutan. Lokasi ini mempunyai banyak potensi untuk dijadikan daerah agroforestri, maka dari itu perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui jenis-jenis vegetasi yang dapat ditanam dikawasan Desa Surajaya agar masyarakat mendapatkan manfaat dari sistem agroforestri.

Dengan dilakukannya observasi vegetasi agroforestri maka dapat mempermudah dalam mengelompokkan jenis-jenis tanaman yang tepat untuk dibudidayakan. Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai keragaman jenis vegetasi agroforestri untuk mengenalkan jenis vegetasi yang tepat ditanam dan mengetahui luas vegetasi alami dan vegetasi sistem agroforestridikawasan Desa Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman jenis vegetasi pada sistem agroforestri di Desa Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah.

Metode Penelitian

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Juni 2020. Lokasi penelitian adalah di Desa Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah, yang berada pada koordinat 06°58'25,35"LS dan 109°22'51,45"BT. Pemilihan lokasi didasarkan pertimbangan bahwa di kawasan tersebut masyarakat menerapkan pola agroforestri di lahan kebunnya. Data yang diperoleh mengenai kondisi topografi wilayah Desa Surajaya memiliki luas 570,265 Ha (Gambar 1).

2. Alat dan Bahan

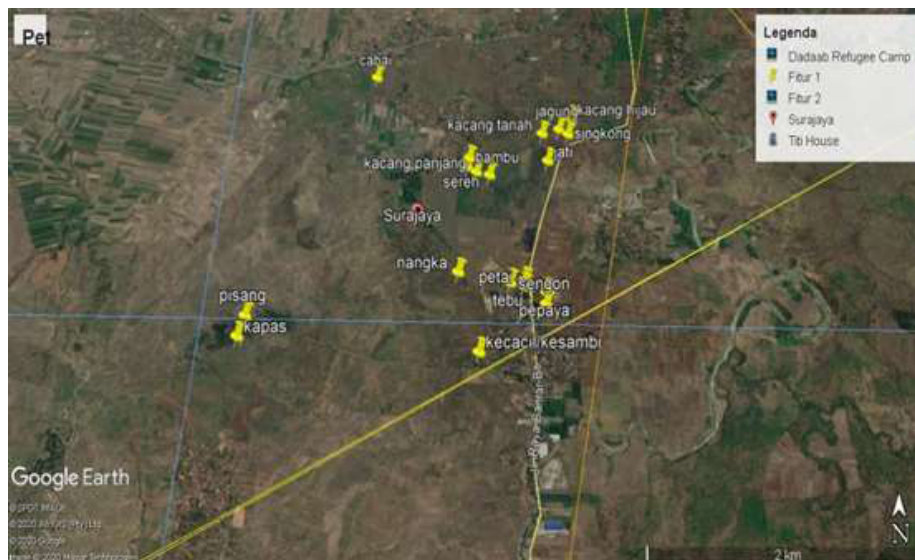
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera untuk dokumentasi, alat tulis, perangkat komputer untuk mengolah data. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar kuisioner sebagai bahan wawancara dan laporan hasil penelitian terdahulu, lahan pertanian dan petani agroforestri di Desa Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah.

3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan 2 metode penelitian yaitu eksploratif untuk mencari keanekaragaman vegetasi agroforestry yang ada; dan metode berikutnya adalah wawancara untuk mencari data lebih lanjut mengenai vegetasi yg di tanam serta luasan lahan yang telah alih fungsi menjadi lahan pertanian. Metode eksploratif melalui survei ke wilayah yang telah dilakukakan proses pengelolaan dengan cara sistem agroforestry. Kemudian tehnik pengambilan sampel penelitian menggunakan purposive sampling. Metode berikutnya yang digunakan adalah wawancara (untuk memantapkan data di lapangan dengan kondisi yang dialami para petani). Wawancara mendalam (*indept interview*) menggunakan tehnik snowball. Tehnik ini menggunakan pedoman wawancara dan kuesioner sebanyak

25 orang, dengan pertimbangan bahwa responden adalah aparat desa (2 orang), tokoh masyarakat (1 orang), tokoh adat (2 orang), tokoh pemuda (2 orang), petani agroforestri

(15 orang), dan petani biasa atau bukan petani agroforestri (3 orang), sehingga dapat mewakili dari keseluruhan tingkat masyarakat di Desa Surajaya.



Gambar 1. Gambar Wilayah Desa Surajaya (Google Earth), 2020

Teknik *snowballing* dilakukan dengan mencari informasi dari setiap petani hingga mencapai titik jenuh tidak ada lagi informasi jenis vegetasi tanaman baru dan semua informasi yang dibutuhkan seperti luas lahan, musim tanam dan status lahan, mengingat kondisi yang mengharuskan untuk *Physical distancing* maka ditentukan wawancara dengan narasumber sebanyak 15 orang petani agroforestri. Petani akan diberikan pertanyaan yang sudah disiapkan sebelumnya sebanyak 15 pertanyaan mengenai jenis-jenis vegetasi tanaman yang mereka tanam, pola tanam, dan beberapa pertanyaan menyangkut agroforestri yang sudah dilampirkan pada lampiran2, sehingga dari hasil wawancara dapat disimpulkan mengenai jenis agroforestri yang dilakukan oleh para petani Desa Surajaya.

Tahap selanjutnya, Pengambilan data dilakukan dengan menentukan daerah yang akan dilakukan pengamatan mengenai agroforestri, dengan menyiapkan daftar pertanyaan kuisisioner dan menentukan narasumber yang akan dilakukan wawancara untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan.

Tahap awal pengambilan data bahan yang akan digunakan untuk penelitian. Penelitian dilakukan ditempat pertanian yang menerapkan sistem agroforestri dengan melakukan pengamatan secara eksploratif dengan teknik *purposive sampling* yaitu dengan menelusuri serta mendokumentasikan daerah pertanian dan jenis vegetasi yang ditanam pada lahan yang menerapkan sistem agroforestri, serta melakukan wawancara dan mencatat hasil wawancara dengan narasumber menggunakan kuisisioner yang sudah dibuat. Setelah data diperoleh dilanjutkan dengan identifikasi vegetasi yang sudah didapat dan membaginya kedalam golongan tanaman hortikultura dan nonhortikultura dengan memisahkan jenis vegetasi hortikultura dan nonhortikultura dari data pengamatan dan hasil wawancara dengan narasumber.

Berdasarkan dua metode yang dilakukan yaitu melalui pendataan (identifikasi spesies tanaman) di lapangan dan wawancara yang dilakukan maka akan mendapatkan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

Langkah selanjutnya adalah dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.

4. Analisis Data

Untuk menganalisis dan mengetahui pemanfaatan lahan dengan sistem agroforestri yang digunakan masyarakat, jenis tanaman, data dan informasi tentang kondisi lahan dan tatacara pengolahannya akan dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan suatu objek sesuai dengan keadaan atau apa adanya (Arillita, 2013).

Analisis NEP (New Environmental Paradigm). Metode ini digunakan untuk menganalisis orientasi pengelolaan lahan berbasis agroforestri, berdasarkan kriteria nilai individual, sosial dan lingkungan (Amin, Rachman, & Ramlah, 2016).

Orientasi Nilai Ekologis (*biosferik*) yaitu nilai yang menekankan pada upaya pelestarian lingkungan, dianalisis berdasarkan persepsi, sikap, dan penilaiannya terkait nilai ekologi apa

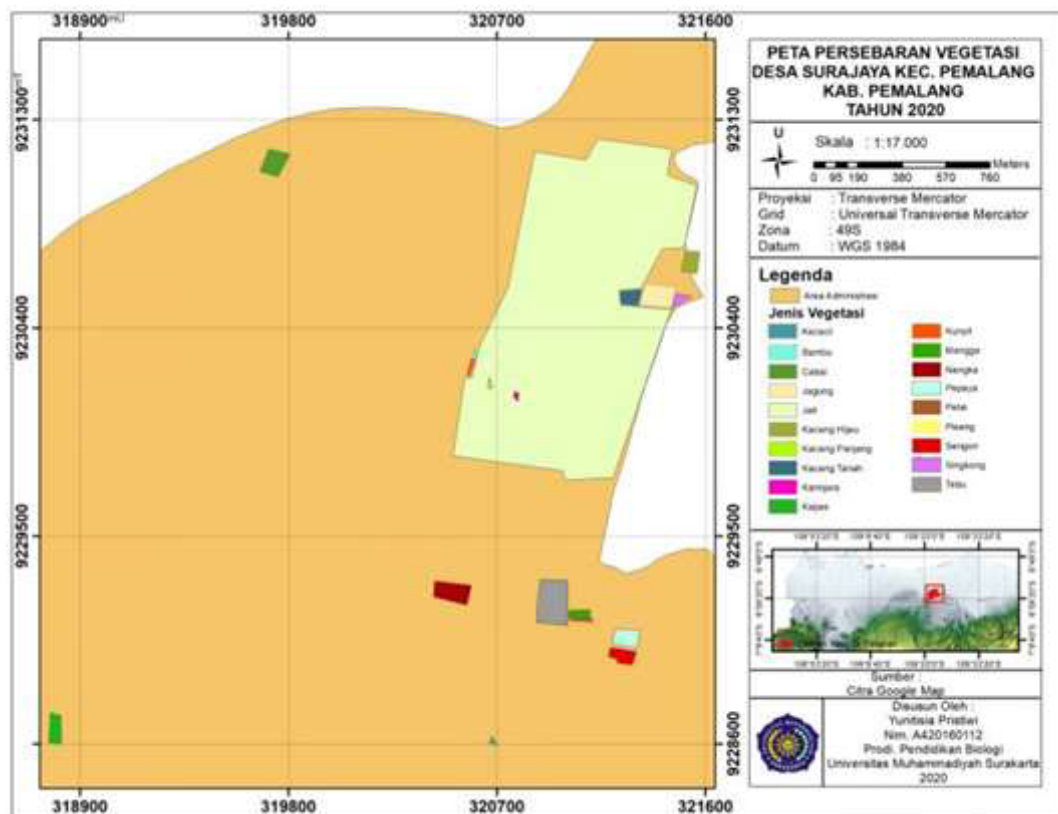
saja yang perlu dipertahankan terkait dengan aktifitas pemanfaatan lahan hutan (Amin, Rachman, & Ramlah, 2016), yang akan digunakan pada saat melakukan analisis data yaitu nilai *biosferik* atau nilai ekologis.

Hasil dan Pembahasan

1. Keanekaragaman Vegetasi

Rekapitulasi vegetasi di lahan yang menggunakan system agroforestri di Wilayah Desa Surajaya Pemalang Jawa Tengah, diilustrasikan melalui (Gambar 2); (Tabel 1).

Masyarakat desa Surajaya mayoritas bekerja sebagai petani, mengingat desa Surajaya merupakan desa yang memiliki hutan yang cukup luas, masyarakat menerapkan sistem agroforestri untuk menunjang perekonomian serta mengoptimalkan lahan. Jenis agroforestri yang diterapkan adalah jenis agroforestri sederhana dan kompleks.



Gambar 2. Peta Persebaran Vegetasi Desa Surajaya tahun 2020

Sistem agroforestri sederhana merupakan perpaduan konvensional yang menggabungkan sedikit unsur, masyarakat desa Surajaya menggabungkan tanaman semusim seperti pepaya, jagung, cabai, singkong, kunyit dengan tanaman kehutanan (jenis pohon) seperti jati yang paling banyak di tanam (Tabel 1) dan sengan. Jenis-jenis tanaman yang ditanam bisa bernilai ekonomi tinggi seperti jati, sengan atau ekonomi rendah seperti singkong, jagung, pepaya, baik hasil kayu maupun non kayu dan memanfaatkan luas lahan wilayah desa yang sebagian besar untuk pertanian, seperti tanaman pangan, buah-buahan dan sayur-sayuran yaitu seluas 433,505 Ha atau 76,02% dari luas wilayah

Desa Surajaya sedangkan sisanya sebanyak 136,776 Ha atau sebanyak 23,98% digunakan untuk bangunan perumahan atau gedung serta pekarangan, tempat usaha, lembaga pendidikan dan sosial kemasyarakatan.

Selain menggunakan sistem agroforestri sederhana masyarakat desa juga menggunakan agroforestri kompleks, dengan menanam tanaman semusim dipekarangan depan, samping, atau pekarangan belakang rumah dengan kapasitas lahan yang lebih sempit daripada agroforestri sederhana. Jenis vegetasi tanaman yang ditanam berupa palawija yaitu singkong dan pisang, meski luas lahan yang digunakan untuk menanam pisang relatif paling kecil (Tabel 1).

Table 1. Jenis vegetasi yang di tanam dan luas lahan yang digunakan untuk melakukan sisten agroforestri di Desa Surajaya tahun 2020

No	Family	Spesies	Nama lokal	Luas (Ha)
1.	Solanaceae	<i>Capsicumfrutescens</i> L.	Cabai	0,09
2.	Euphorbiaceae	<i>Manihotutilissima</i> L.	Singkong	0,2
3.	Poaceae	<i>Zeamays</i> L.	Jagung	1,3
4.	Fabaceae	<i>Arachishypogaea</i> L.	Kacang tanah	0,5
5.	Caricaceae	<i>Caricapapaya</i> L.	Pepaya	0,8
6.	Fabaceae	<i>Albiziachinensis</i> Merr.	Sengan	0,6
7.	Fabaceae	<i>Parkiaspeciosa</i> Hassk.	Petai	0,2
8.	Anacardiaceae	<i>Mangiferaindica</i> L.	Mangga	0,3
9.	Poaceae	<i>Saccharumofficinarum</i> L.	Tebu	2,4
10.	Moraceae	<i>Artocarpusheterophyllus</i> Lam.	Nangka	1,2
11.	Zingiberaceae	<i>Curcumalonga</i> L.	Kunyit	0,1
12.	Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	Bambu	0,05
13.	Pappilionaceae	<i>Vigna cylindrica</i> L.	Kacang panjang	0,05
14.	Sapindaceae	<i>Schleichera oleosa</i> Lour.	Kecacil/kesambi	0,07
15.	Poaceae	<i>Cymbopogon nardus</i> L.	Kamijara/serai	0,06
16.	Malvaceae	<i>Gossypiumhirsutum</i> L.	Kapas	0,93
17.	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Pisang	0,00103*
18.	Fabaceae	<i>Vigna radiata</i> L.	Kacang hijau	0,66
19.	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L.	Jati	89,43**
Luas total				99,19

Keterangan: * jumlah lahan yang digunakan paling sedikit yaitu ditanami jenis pisang lokal (*Musa paradisiaca* L.); ** jumlah lahan yang digunakan paling banyak yaitu ditanami jenis jati (*M Tectona grandis* L.).

Banyaknya lahan pertanian di Desa Surajaya sesuai dengan motto pemerintah Kabupaten Pemalang yang mengedepankan sektor pertanian sebagai sumber ekonomi masyarakat, data statistik memperlihatkan PDRB Kabupaten

Pemalang tahun 2011 atas dasar harga berlaku sebesar Rp. 8,86 Trilyun dengan perkembangan 3,82% dan pertumbuhan sebesar 4,83 % lebih besar dibandingkan tahun sebelumnya. Kontribusi sektoral terbesar penyumbang pada

tahun 2011 adalah sektor pertanian, sektor perdagangan dan industri. (Sofyan, Harianto, & Aji, 2018) maka dapat dimaklumi jika sebagian besar wilayah Kabupaten Pemalang merupakan daerah sektor pertanian.

Terdapat jenis agroforestri utama yang ditemukan di Desa Surajaya setelah menelusuri hutan, agroforestri yang dimaksudkan yaitu agroforestri agrosilvikultur bentuk agrosilvikultur, yaitu agroforestri yang menggabungkan tanaman kehutanan dengan tanaman non-kayu atau tanaman pertanian, dalam setiap pola agroforestri memiliki jenis

produk tanam yang berbeda dan disetiap pola memiliki perbedaan jenis sendiri yang berbeda satu dengan yang lainnya, (Zega, Purwoko, & Martial, 2015) dengan tiga tipe yang teridentifikasi, yaitu: kombinasi tanaman perkebunan dengan tanaman tahunan (ii) kombinasi tanaman perkebunan dengan tahunan membudidayakan dan yang terakhir (iii) hutan.

Vegetasi tanaman pada sistem agroforestri yang sudah dikategorikan menjadi komoditas pertanian, perkebunan dan kehutanan (Tabel 2.).

Table 2. Komoditas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan di Desa Surajaya, Kabupaten Pemalang, Jawa

Tengah		
Tempat	Komoditas	
	Pertanian	Perkebunan dan kehutanan
Desa Surajaya	<i>Capsicumfrutescens</i> L. Manihotutilissima L. <i>Zeamays</i> L. <i>Arachishypogaea</i> L. <i>Saccharumofficinarum</i> L. <i>Curcumalonga</i> L. <i>Vignacylindrica</i> L. <i>Cymbopogonnardus</i> L. <i>Vignaradiata</i> L. <i>Caricapapaya</i> L.	<i>Tectonagrandis</i> L. <i>SchleicheraOleosa</i> Lour. <i>Mangiferaindica</i> L. <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. <i>Albiziachinensis</i> Merr. <i>Gossypiumhirsutum</i> L. <i>Parkiaspeciosa</i> Hassk. <i>Artocarpusheterophyllus</i> Lam. <i>Musa paradisiaca</i> L.

Komoditas yang banyak ditemukan adalah komoditas pertanian, seperti: *Capsicum frutescens* L., Manihot utilissima L., *Zea mays* L., *Arachis hypogaea* L., *Saccharum officinarum* L., *Curcuma longa* L., *Vigna cylindrica* L., *Cymbopogon nardus* L., *Vigna radiata* L., *Carica papaya* L. Komoditas pertanian yang banyak dijumpai disekitar jalan utama adalah *Zea mays* L., *Saccharum officinarum* L., Manihot utilissima L., *Vigna radiata* L., *Arachis hypogaea* L., *Carica papaya* L. Sedangkan untuk komoditas pertanian seperti *Vigna cylindrica* L., *Curcuma longa* L., *Cymbopogon nardus* L.

Penanaman dilakukan dengan cara tumpang sari (menggabungkan) dengan tanaman kehutanan atau ditanam didalam hutan dengan tanaman hutan (*Tectona grandis* L.) sebagai pagar pengelilingnya. Jenis vegetasi agroforestri komoditas pertanian lebih digemari masyarakat daripada komoditas pertanian dan kehutanan

karena dapat menghasilkan dalam waktu singkat, sedangkan untuk komoditas kehutanan dan perkebunan perlu waktu yang lama untuk dapat menghasilkan. Vegetasi tanaman agroforestri dalam komoditas kehutanan dan perkebunan yang paling mendominasi adalah *Tectona grandis* L. atau tanaman jati karena tanaman jati merupakan komposisi utama didalam hutan di Desa Surajaya, sedangkan vegetasi tanaman *Musa paradisiaca* L., *Schleichera Oleosa* Lour., *Mangifera indica* L., *Bambusa vulgaris* Schrad., *Albizia chinensis* Merr., *Gossypium hirsutum* L., *Parkia speciosa* Hassk., *Artocarpus heterophyllus* Lam. ditanam hanya disebagaian kecil lahan

Pola penanaman tumpang sari (gabung) adalah salah satu faktor keberhasilan dalam agroforestri adalah dengan cara penentuan pola tanam dan kombinasi tanaman. Penentuan dimensi ruang dan waktu baik vertikal maupun horizontal menjadi tuntutan kemampuan

masyarakat. Dengan adanya cara tersebut maka tidak akan terjadi kompetisi diantara jenis-jenis tanaman, maka pemantauan penempatan posisi jenis vegetasi tanaman atau ladang menjadi penting, untuk pemantauan posisi lahan diperlukan alat bantu agar pelaksanaan sistem pertanian ini tepat, pemantauan dapat dilakukan dengan cara penginderaan jauh dan memerlukan koordinat yang pas.

Jika dikalkulasikan vegetasi tanaman holtukultura sebanyak 80% dari jumlah total vegetasi tanaman agroforestri yang ditentukan, dan hanya sebesar 20% jenis vegetasi tanaman yang digolongkan kedalam vegetasi tanaman nonholtukultura dari jumlah keseluruhan jenis vegetasi tanaman yang ditemukan. Jika dikaitkan dengan komoditas tanaman pertanian akan berbeda hasilnya yaitu sebesar 55% dan 68,75% komoditas pertanian yang termasuk kedalam jenis vegetasi tanaman

holtukultura. komoditas tanaman kehutanan dan perkebunan ada sebanyak 45% dari jumlah total jenis vegetasi tanaman agroforestri yang ditemukan dan sebanyak 44,44% jenis vegetasi tanaman nonholtukultura yang termasuk kedalam komoditas kehutanan dan perkebunan.

2. Pola penanaman monokultur dan heterokultur

Monokultur lebih diminati dalam pengelolaan agroforestri yang ditandai dengan lebih banyaknya jenis vegetasi tanaman agroforestri yang ditanam dengan cara monokultur dibandingkan dengan cara heterokultur, sebanyak 80% jenis vegetasi tanaman yang ditemukan ditanam dengan pola tanam monokultur sedangkan sisanya sebanyak 20% ditanam dengan pola penanaman heterokultur.

Table 3. Pola Tanam Vegetasi (Monokultur dan Heterokultur) bagi pengelolaan Agroforestri Desa Surajaya 2020

Monokultur	Heterokultur
<i>Capsicum frutescens</i> L.	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.
<i>Manihot utilissima</i> L.	<i>Mangifera indica</i> L.
<i>Zea mays</i> L.	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.
<i>Arachis hypogaea</i> L.	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
<i>Carica papaya</i> L.	
<i>Albizia chinensis</i> Merr.	
<i>Saccharum officinarum</i> L.	
<i>Curcuma longa</i> L.	
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	
<i>Vigna cylindrica</i> L.	
<i>Schleichera Oleosa</i> Lour.	
<i>Cymbopogon nardus</i> L.	
<i>Musa paradisiaca</i> L.	
<i>Vigna radiata</i> L.	
<i>Tectona grandis</i> L.	

Jenis vegetasi tanaman pada sistem agroforestri dengan pola tanam monokultur, yaitu: *Capsicum frutescens* L., *Manihot utilissima* L., *Zea mays* L., *Arachis hypogaea* L., *Carica papaya* L., *Albizia chinensis* Merr., *Saccharum officinarum* L., *Curcuma longa* L., *Bambusa vulgaris* Schrad., *Vigna cylindrica* L., *Schleichera Oleosa* Lour., *Cymbopogon nardus* L.,

Musa paradisiaca L., *Vigna radiata* L., *Tectona grandis* L (Tabel 3.).

Sedangkan untuk jenis vegetasi tanaman dengan pola tanam heterokultur, yaitu: *Parkia speciosa* Hassk., *Mangifera indica* L., *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Gossypium hirsutum* L. Pemilihan pola tanam secara monokultur disebabkan ingin memanfaatkan lahan dengan

maksimal karena dalam satu petak tidak hanya dikelola oleh satu petani saja, jadi pola ini lebih diminati petani daripada heterokultur yang harus menggabungkan dengan tanaman kehutanan atau tanaman lain (Tabel 3.).

3. Deskripsi Vegetasi melalui pengeloaan agroforestry

Deskripsi beberapa jenis spesies vegetasi melalui pengeloaan agroforestri yang ditemukan dalam penelitian yang menggunakan metode penanaman heterokultur melalui mekanisme tumpang sari (Gambar 3).



Gambar 3. Spesies Bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad.) yang berada mengelilingi vegetasi palawija di bagian bawahnya.

Letak petak jenis vegetasi agroforestri (Gambar 3) ini dekat dengan jagung dan hutan jati, terletak dipinggiran hutan jati, yang didepannya ditanami kunyit sebagai tanaman sela, sehingga bambu mendapatkan sinar matahari yang banyak, bahkan dapat dijadikan sebagai tanaman naungan untuk menaungi kunyit, dalam satu petak hanya ditanami bambu tidak digabungkan dengan tanaman lain. Jenis vegetasi tanaman bambu bukan sebagai komoditi utama dan juga bukan sebagai tanaman utama dalam sistem agroforestri yang diterapkan. Bambu menjadi salah satu hasil nonkayu dari sistem agroforestri yang diterapkan, dan sangat berpotensi dapat dikembangkan sebagai bahan baku industri, dalam sektor kehutanan bambu dapat dijadikan alternatif hasil dari bahan baku kayu yang semakin

meningkat dan menjadi keanekaragaman bahan baku yang dapat meningkatkan kualitas hutan. Jenis vegetasi tanaman bambu kurang diminati oleh masyarakat karena masa panen yang cukup lama.

Akar bambu akan membentuk rumpun sehingga bermanfaat sebagai pencegahan bencana seperti banjir karena mampu menyerap dan menyimpan air hujan, selain itu akar tanaman yang mati akibat ditebang akan membentuk serabut sehingga tanah akan menjadi gembur, pemilik lahan akan menjual bambu jika sudah dapat dipanen atau memasuki usia tahun ke 3, dapat dijual kepada masyarakat yang membutuhkan hasil hutan non kayu ini, batang bambu dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan, sedangkan hasil lain yang dapat dijual dari bambu adalah rebung, yang kaya akan gizi seperti beberapa jenis vitamin contohnya vitamin A yang baik untuk mata, vitamin B6, vitamin E, thiamin, riboflavin, niasin, asam folat dan asam pantotenat. Lalu mineral yang ditemukan dalam rebung meliputi kalsium, magnesium, fosfor, kalium, natrium, seng, tembaga, mangan, selenium dan zat besi. dan diminati oleh masyarakat, untuk hasil rebung dijual kepada masyarakat sekitar atau dapat dikonsumsi secara pribadi. Lahan yang digunakan untuk menanam jenis vegetasi tanaman ini tidak memerlukan perawatan khusus bahkan tidak perlu diberi pupuk, dan tidak memerlukan jenis tanah tertentu untuk tumbuh.



Gambar 4. Cabai (*Capsicum frutescens* L.) di tengah hutan.

Cabai menjadi komoditas sayur yang memiliki daya jual yang cepat, karena sebagian besar masyarakat menggunakan cabai sebagai bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, beragam manfaat dapat didapatkan dari tanaman cabai karena mengandung berbagai macam zat seperti betakaroten atau provitamin A selain dapat menjadikan warna cabai menjadi merah atau orange manfaat dari betakaroten yaitu dapat digunakan sebagai antioksidan alami untuk menangkal radikal bebas, vitamin C yang dapat meningkatkan imunitas tubuh, vitamin B1, vitamin B2, mineral, kalsium, fosfor, protein, karbohidrat, zat besi, dan kalium. Hasil panen cabai dapat dikonsumsi secara pribadi atau dijual dipasar.



Gambar 5. Jagung (*Zea mays* L) yang terdapat di areal terbuka

Lahan yang digunakan untuk menanam jenis vegetasi (Gambar 4) berada ditengah hutan karena cabai dimanfaatkan sebagai tanaman sela diantara hutan jati, lahan yang kosong ditanami cabai karena tidak mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman jati dan dapat menjadikan penghasilan tambahan kepada petani dalam petak jati, lahan kosong yang digunakan harus dapat menampung sinar matahari yang cukup sehingga tanaman cabai dapat tumbuh. Perawatan tanaman cabai

yang cukup mudah hanya diberi pupuk alami saat melakukan pembenihan sehingga tidak mengganggu tanah. Benih didapatkan secara pribadi tidak disubsidi oleh perhutani sehingga hasil panen seutuhnya milik petani. Jika sudah dilakukan pemanenan maka lahan tidak boleh ditanami cabai lagi harus diganti dengan jenis vegetasi tanaman yang lain.

Jagung menjadi komoditas utama saat dilakukan penelitian karena saat itu Perum Perhutani mengadakan bantuan bibit untuk para petani, data yang dihasilkan para petani sebanyak 536 orang yang mendaftar untuk menerima bantuan bibit, petani yang mendapatkan bibit akan didata dan dipantau petaknya, tetapi hasil panen yang dihasilkan merupakan sepenuhnya milik petani, para petani biasa menjual komoditas utamanya kepada para pengepul atau penawar harga tertinggi, alternatif lain dapat dijual kepasar-pasar, setelah 2-3 bulan pembibitan jagung sudah siap dipanen dan dipasarkan, hal ini tentu sangat menguntungkan petani, dengan mendapatkan bantuan maka keuntungan yang dihasilkan tinggi karena tidak perlu membeli bibit terlebih dahulu.

Jagung sangat mudah dipasarkan karena (Gambar 5) memiliki beberapa manfaat diantaranya: dapat mengontrol diabetes dan gula darah, mengatasi konstipasi karena mengandung serat, baik untuk kesehatan jantung, bermanfaat untuk kesehatan mata, hal ini dikarenakan jagung memiliki beberapa kandungan yaitu: folat, vitamin A, vitamin, C, dan vitamin B, angan, kalsium, zat besi, kalium, fosfor, magnesium, seng, dan tembaga. Lahan yang digunakan petani milik perhutani sehingga petani hanya sebagai penggarap, setelah masa panen jagung selesai lahan tidak boleh ditanami jagung dan akan diganti dengan komoditas lain. Jagung dapat tumbuh dengan maksimal karena mendapatkan sinar matahari yang cukup, jenis vegetasi ini ditemukan disepanjang jalan dan disamping hutan jati. Pembukaan lahan dilakukan dengan cara menebang pohon jati yang sudah diperhitungkan oleh Perhutani.

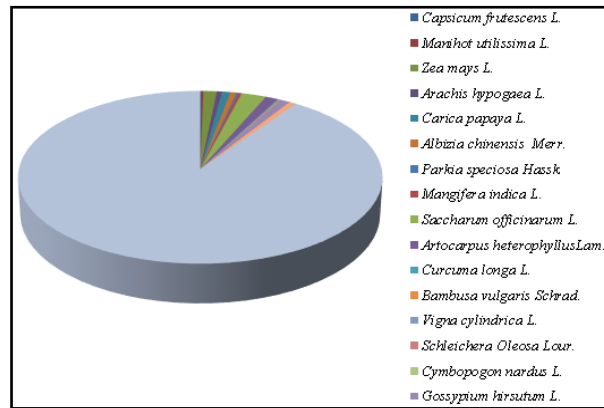


Gambar 6. Jati (*Tectona grandis* L.) sebagai komoditas utama dengan nilai guna lahan tertinggi

Komoditas utama sistem pertanian agroforestri di Desa Surajaya adalah jati. Hutan jati sepenuhnya milik perhutani, dan tidak digarap oleh petani, untuk menjaga kelestarian jati perhutani melakukan sistem tebang pilih karena masa panen jati yang cukup lama, (Gambar 6) termasuk kedalam komoditas kehutanan dan perkebunan, perhutani tidak melarang jika masyarakat mengambil ranting yang jatuh atau daun yang gugur, hutan jati tidak memerlukan perawatan apapun, tidak dilakukan pemupukan, dan banyak tegakan yang tumbuh dibawah pohon jati. Hutan jati yang berada di Desa Surajaya tidak terlau rumbun masih terdapat celah diantara tajuk sehingga lahan yang tidak ditanami jati dapat ditanami jenis vegetasi tanaman lain atau bisa dinamakan dengan tanaman sela. Masa panen jati cukup lama paling singkat selama 7 tahun jika sudah masuk masa panen maka jati akan ditebang dan tanahnya dapat ditanami tanaman antara yaitu sebelum ditanam oleh tanaman jati lagi. Jati dapat dijual dengan harga tinggi yang digunakan sebagai bahan bangunan atau bisa dijadikan peralatan rumah tangga seperti meja dan kursi. Hutan jati juga dapat dimanfaatkan sebagai daerah resapan air untuk mencegah bencana banjir. Daun jati dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional yang dapat mengobati penyakit gejala asma, cacangan, agen deuretik, antioksidan.

Lahan yang digunakan dalam sistem agroforestri dengan komoditas utama jenis vegetasi

tanaman jati adalah milik Perum Perhutani, untuk pemantauan dan pengelolaan dilakukan oleh petugasnya dan para petani hanya sebagai petani penggarap saja, berikut ini luas lahan dari masing-masing jenis vegetasi yang ditemukan:



Gambar 7. Luas Lahan Sistem Agroforestri di kawasan Desa Surajaya Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah.

Lahan yang terhitung belum sepenuhnya total dari lahan agroforestri, hanya diukur pada saat ditemukannya jenis vegetasi yang berbeda, pemilihan jenis vegetasi tanaman dan tempat penanaman ditentukan oleh kebijakan pihak Perhutani dan pada saat penelitian komoditas tanaman semusim yang diberikan yaitu jagung dengan luas lahan yang digunakan yaitu 188,7 Ha dan jika dijumlahkan dengan luas total lahan jenis vegetasi yang ditemukan sebanyak 287,89 Ha, luas total lahan hutan jati dibawah pantauan LMDH Wanajaya di Desa Surajaya sebesar 1481,3 Ha yang terbagi kedalam tiga dusun yaitu dusun Paduraksa sebesar 639,6 Ha, dusun keramat sebanyak 941,9 Ha dan dusun Glandang sebanyak 127,8 Ha.

Karena lahan sepenuhnya milik Perhutani maka pembukaan lahan untuk pertanian diatur sedemikian rupa dan para petani didata, sehingga tidak akan mengganggu ekosistem maupun alam, selain itu pengadaan sistem agroforestri tepat dilakukan untuk memanfaatkan lahan hutan di sektor pertanian mengingat manfaat agroforestri dalam beberapa aspek seperti aspek ekonomi untuk meningkatkan pendapatan petani, aspek sosial budaya dengan mengadakan budaya baru yaitu pertanian, dan aspek ekologis dengan menciptakan beberapa strata tajuk tanaman, mengurangi resiko erosi, menciptakan daerah resapan air,

meningkatkan kesuburan tanah. Lahan hutan yang dibuka untuk sektor pertanian secara agroforestri sebanyak 287,89 Ha atau sebanyak 19,4% (Gambar 7) dari luas total hutan yang menyisakan 1.193,41 Ha areal hutan jati, efek samping dari diadakannya sistem agroforestri adalah dengan dibukanya lahan baru yang mengakibatkan berkurangnya lahan hutan dan cara pembukaan lahan yang tidak tepat mengakibatkan kerusakan alam, tetapi dalam pelaksanaan agroforestri di Desa Surajaya deforestasi atau pembukaan lahan yang tidak sesuai tidak terjadi karena vegetasi yang ditanam maupun dipanen dipantau dan diawasi dan pembukaan lahan sudah diperhitungkan sebelumnya dengan cara penebangan, tidak dengan pembakaran, lahan yang digunakan juga diberikan ruang dan diatur dengan cara menanam tanaman semusim atau tanaman sela untuk menjaga nutrisinya tetap terjaga.

Simpulan

Jenis vegetasi agroforestri di Desa Surajaya ditemukan 19 jenis vegetasi tanaman yang berbeda yang terbagi kedalam 12 famili, yaitu: *Capsicum frutescens* L., *Manihot utilissima* L.,

Zea mays L., *Arachis hypogaea* L., *Carica papaya* L., *Albizia chinensis* Merr., *Parkia speciosa* Hassk., *Mangifera indica* L., *Saccharum officinarum* L., *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Curcuma longa* L., *Bambusa vulgaris* Schrad., *Vigna cylindrica* L., *Schleichera Oleosa* Lour., *Cymbopogon nardus* L., *Gossypium hirsutum* L., *Musa paradisiaca* L., *Vigna radiata* L., *Tectona grandis* L. Jenis vegetasi tanaman tersebut dapat diklasifikasikan menjadi tanaman jenis hortikultura dan nonhortikultura. Yang termasuk kedalam tanaman hortikultura adalah *Capsicum frutescens* L., *Manihot utilissima* L., *Zea mays* L., *Arachis hypogaea* L., *Carica papaya* L., *Parkia speciosa* Hassk., *Mangifera indica* L., *Saccharum officinarum* L., *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Curcuma longa* L., *Vigna cylindrica* L., *Schleichera Oleosa* Lour., *Cymbopogon nardus* L., *Vigna radiata* L., *Musa paradisiaca* L. Sedangkan jenis vegetasi yang termasuk kedalam tanaman non hortikultura yaitu: *Albizia chinensis* Merr., *Bambusa vulgaris* Schrad., *Gossypium hirsutum* L., *Tectona grandis* L. Lahan hutan yang dibuka untuk sektor pertanian secara agroforestri sebanyak 287,89 Ha atau sebanyak 19,4% dari luas total hutan yang menyisakan 1.193,41 Ha areal hutan jati.

Daftar Pustaka

- Achmad, B., & Purwanto, R. H. (2014). Peluang Adopsi Sistem Agroforestry dan Kontribusi Ekonomi Pada Berbagai Pola Tanam Hutan Rakyat di Kabupaten Ciamis . *Jurnal Bumi Lestari*, 14(1), 15-26.
- Ali, M. S., Nikoyan, A., Salman, D., Demmalino, E. B., & Summase, I. (2015, JUNE). Multi-Actors Collaboration in Ecolabelling Community Teak Forest Management in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *International Journal of Agriculture System (IJAS)*, 3(1), 91-102.
- Amin, M., Rachman, I., & Ramlah, S. (2016 , JUNI). JENIS AGROFORESTRI DAN ORIENTASI PEMANFAATAN LAHAN DI DESA SIMORO KECAMATAN GUMBASA KABUPATEN SIGI. *WARTA RIMBA*, 4(1), 97-104 .
- Arillita, R. (2013). Analisis Swot dalam Menentukan Strategi Pemasaran Sepeda Motor Pada PT. Samekarindo Indah di Samarinda . *eJournal Administrasi Bisnis 2013*, 1(1), 56-70.
- Bhagwat, S. A., & Willis, K. J. (2008). Agroforestry ans the Solution From the Oil Palm Debate. *Conservation Biology, Volume 22, No. 6* , 1368–1370.
- Dawson, I. (2013). What is there levance of small holders' agroforestry systems for conserving tropical tree species and genetic diversity in circasitum, in situ andex situ settings? A review. *Biodiversity and concervation*, 22(2), 301-324.
- Fernando, M. T., Jayasuriya, K. G., Walck, J. L., & Wijetunga, A. (2013). Identifying dormancy

- class and storage behaviour of champak (*Magnolia champaca*) seeds, an important tropical timber tree. *J.Natn.Sci.Foundation Sri Lanka* , 41(2), 141--146.
- Maryowani, h., & Ashari. (2011). Pengembangan Agroforestry Untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pemberdayaan Petani Sekitar Hutan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(2), 83-98.
- Mbow, C., Noordwijk, M. V., Luedeling, E., Neufeldt, H., Minang, P. A., & Kowero, G. (2014). Agroforestry Solutions to Address Food Security and Climate Change Challenges in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability Vol 6*, 61–67.
- Mehmood, M. A., Ibrahim, M., Rashid, U., Nawaz, M., Ali, S., Hussain, A., & Gull, M. (2016). Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption*, 9(3), 3-21.
- Nikoyan, Uslinawaty, Meishanty, & Arsyad. (2013). The impact of ecolabeling and forest certification on teak forest plantation. *International Journal of Agriculture System*, 1(1), 81-89.
- Permana, s. (2015). *Kampung Naga : Pengetahuan Ekologi Tradisional dan Pelestarian Keanekaragaman Hayati Tumbuhan*. Yogyakarta: Plantaxia.
- Pietersen, S., Acosta, J. C., Díaz, J. A., & Rangel, M. L. (2018). Floristic Diversity and Cultural Importance in Agroforestry Systems on Small-Scale Farmer's Livelihoods in Central Veracruz, México. *Sustainability*, 10(279), 1-19.
- Sofyan, R., Harianto, & Aji, A. (2018). Analisis Komoditas Unggulan Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Pematang . *Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*, 3(1), 1-8.
- Suli, A. A., Husain, J., & Walangitan, H. D. (2018). SISTEM AGROFORESTRI DATARAN TINGGI DAN DATARAN RENDAH KABUPATEN MINAHASA SELATAN PROVINSI SULAWESI UTARA. *Eugenia*, 24(1), 32-43.
- Rachman, E., & Hani, A. (2014). Pola Sengon (L.) Dan Agroforestry *Falcataria moluccana* Cabai Merah Keriting di Dataran Tinggi Ciamis Jawa Barat . *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 2(1), 35-44.
- Zega, S. B., Purwoko, A., & Martial, T. (2015). Analisis Pengelolaan Agroforestry dan Kontribusinya terhadap Perekonomian Masyarakat. *Jurnal Agroforestry*, 2(5), 152-156.

INVENTARISASI DAN STRATEGI PENATAAN KOLEKSI PTERIDOPHYTA DI RUMAH KACA KEBUN RAYA PURWODADI

Elga Renjana*, Elok Rifqi Firdiana

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI, Jalan Ir. H. Juanda No. 13 Bogo, Jawa Barat,
Indonesia 16122

*E-mail: elgarenjana@gmail.com

Paper submit: 5 Agustus 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Pteridophyta merupakan salah satu koleksi tumbuhan yang dimiliki oleh Kebun Raya Purwodadi. Pemeliharaan koleksi Pteridophyta dilakukan di dalam rumah kaca karena iklim di Kebun Raya Purwodadi panas dan kering. Metode pada penelitian ini adalah inventarisasi yang dilakukan dengan menghimpun data koleksi dari Unit Registrasi Kebun Raya Purwodadi dan dilanjutkan dengan observasi lapangan. Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa Kebun Raya Purwodadi memiliki 36 jenis koleksi Pteridophyta yang terdiri atas 20 suku dan 38 marga. Suku yang paling banyak ditemukan adalah Nephrolepidaceae dan terdiri atas *Nephrolepis bisserata* Sw. Schott, *N. cordifolia* (L.) C. Presl., *N. exaltata* (L.) Schott, *N. falcata* (Cav.) C. Chr., *N. hirsutula* (G. Forst.) C. Presl., dan *N. radicans* (Burm.) Kuhn. Selain itu, *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv. merupakan jenis koleksi Pteridophyta yang masuk pada IUCN Red List dengan kategori terancam punah. Untuk mempermudah proses pemeliharaan dan monitoring, dilakukan penataan koleksi Pteridophyta dengan pengelompokan berdasarkan marga dan diurutkan mulai kelompok paling primitif hingga modern. Hasil penataan ini dapat memberikan nilai edukasi kepada pengunjung Kebun Raya Purwodadi, khususnya para pelajar.

Kata kunci: inventarisasi, Kebun Raya Purwodadi, penataan, Pteridophyta

Pendahuluan

Pteridophyta atau sering dikenal sebagai tumbuhan paku merupakan kelompok tumbuhan yang telah ada sejak 360 juta tahun yang lalu (Bandyopadhyay and Mukherjee, 2014). Habitat tumbuhan paku pada umumnya berada di tanah, menempel pada tumbuhan lain (epifit), dan di air dengan tingkat kelembapan yang relatif tinggi. Namun, tumbuhan paku juga dapat hidup di daerah dengan tingkat kelembapan yang rendah. Pteridophyta adalah suatu divisi tumbuhan yang telah memiliki sistem pembuluh sejati dan sudah dapat dibedakan antara bagian akar, batang, dan daunnya (Kasetsart, 2016). Pteridophyta tidak menghasilkan bunga dan juga tidak bereproduksi menggunakan biji. Menurut Rothfels et al. (2012), kelompok tumbuhan ini menggunakan spora sebagai alat generatifnya.

Oleh sebab itu, kelompok tumbuhan ini juga tergolong sebagai tumbuhan tingkat rendah (Tjitrosoepomo, 1994).

Tumbuhan paku dikenal memiliki banyak manfaat. Jenis paku seperti *Pteris biaurita*, *Lygodium flexuosum*, *Hemionitis arifolia*, dan *Actinopteris radiata* dilaporkan mengandung senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan sebagai obat dan antimikroba (De Britto et al., 2012). Beberapa jenis tumbuhan paku juga dikenal sebagai hiperakumulator logam berat, seperti *P. vittata* yang diketahui mampu mengakumulasi logam berat arsenik (As) dalam jumlah besar (Natarajan et al., 2011). Selain itu, tumbuhan paku juga memiliki peran ekologi yang sangat penting. Scheffers et al. (2014) melaporkan bahwa jenis tumbuhan paku epifit seperti *Asplenium nidus*, dapat menciptakan iklim mikro pada lingkungan di bawah naungannya. Kondisi tersebut menyebabkan

A. nidus menjadi tempat tinggal bagi beberapa jenis invertebrata.

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu Balai Konservasi Tumbuhan di bawah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang memiliki tugas untuk melakukan konservasi *ex situ* tumbuhan dataran rendah kering. Kebun Raya Purwodadi juga dikenal sebagai “Hortus Iklim Kering Purwodadi” karena berada pada daerah beriklim kering bila dibandingkan dengan Kebun Raya Bogor, Kebun Raya Cibodas, dan Kebun Raya Eka Karya Bali. Di samping itu, Kebun Raya Purwodadi memiliki luas lahan sekitar 85 hektar dengan lebih dari 10.000 jenis koleksi tumbuhan. Koleksi tumbuhan tersebut terdiri atas kelompok Spermatophyta, Magnoliophyta, dan Pteridophyta (Lestari et al., 2012).

Berdasarkan buku katalog tumbuhan Kebun Raya Purwodadi periode tahun 2007-2012, tercatat sebanyak 22 suku dan 38 marga koleksi tumbuhan paku. Koleksi tersebut disimpan dan dipelihara di dalam rumah kaca. Kondisi iklim kering di Kebun Raya Purwodadi mengakibatkan intensitas cahaya dan suhu udara cenderung tinggi, serta kelembapan udara yang rendah. Cahaya, suhu, dan kelembapan merupakan faktor abiotik yang sangat berperan bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku, terutama pada proses perkecambahan spora dan fase gametofit (Johnson & Manickam, 2009). Sementara itu, mayoritas tumbuhan paku hidup di lingkungan yang teduh dan lembap. Oleh sebab itu, diperlukan metode pemeliharaan yang tepat

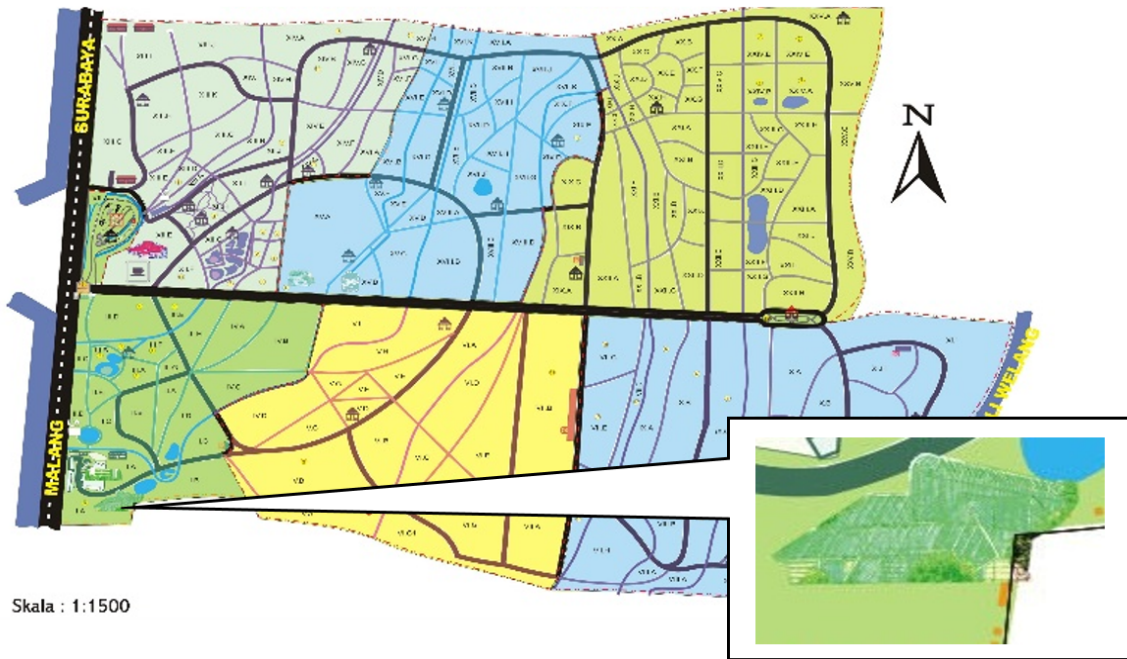
agar koleksi Pteridophyta di Kebun Raya Purwodadi dapat tumbuh dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi kembali koleksi tumbuhan paku yang terdapat di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi. Observasi lapangan juga dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting koleksi tumbuhan paku. Selain itu, perancangan konsep penataan koleksi juga dilakukan agar pemeliharaan koleksi tumbuhan paku dapat berjalan dengan optimal.

Metode Penelitian

1. Inventarisasi Koleksi Pteridophyta

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi (Gambar 1) pada bulan April – Mei 2019. Proses inventarisasi dilakukan dengan menghimpun data koleksi dari Unit Registrasi Kebun Raya Purwodadi dan dilanjutkan dengan observasi lapangan. Selain itu, setiap koleksi tumbuhan paku diverifikasi kebaruan nama ilmiahnya melalui situs The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>). Status konservasi koleksi tumbuhan juga diverifikasi melalui situs IUCN (<https://www.iucnredlist.org>), sehingga dapat diketahui apakah terdapat koleksi yang termasuk dalam kategori punah (*extinct*; EX), punah di alam liar (*extinct in the wild*; EW), kritis atau terancam punah (*critically endangered*; CR), terancam (*endangered*; EN), rentan (*vulnerable*; VU), hampir terancam (*near threatened*; NT), resiko rendah (*least concern*; LC), atau data kurang (*data deficient*; DD).



Gambar 1. Peta Kebun Raya Purwodadi (inset: rumah kaca)

2. Konsep Penataan Koleksi Pteridophyta

Penataan koleksi Pteridophyta dilakukan melalui beberapa kegiatan. Kegiatan pertama adalah melakukan observasi langsung ke lapangan untuk melihat kondisi eksisting lahan dan koleksi Pteridophyta. Selanjutnya, konsep penataan dirancang dan didiskusikan bersama Sub unit Taman dan Rumah Kaca Display Kebun Raya Purwodadi. Rancangan konsep penataan yang telah disepakati kemudian divisualisasikan dalam bentuk desain gambar untuk mempermudah proses realisasi. Perancangan konsep penataan koleksi Pteridophyta juga memperhatikan beberapa aspek nilai, yaitu nilai ilmiah, edukasi, dan estetika.

Hasil dan Pembahasan

1. Koleksi Pteridophyta di Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi

Berdasarkan hasil inventarisasi, diperoleh data yang menunjukkan bahwa Kebun Raya Purwodadi memiliki 36 jenis koleksi Pteridophyta yang telah teridentifikasi dan tersimpan di dalam rumah kaca. Koleksi tersebut terdiri atas 20 suku dan 38 marga (Tabel 1). Dibandingkan dengan data sebelumnya pada tahun 2012, diketahui bahwa terdapat pengurangan sebanyak dua

suku, yaitu Adiantaceae dan Sinopteridaceae. Berdasarkan hasil verifikasi melalui situs The Plant List, suku Adiantaceae telah dikelompokkan dalam suku Pteridaceae, sedangkan suku Sinopteridaceae dikelompokkan dalam suku Dryopteridaceae. Hal tersebut menyebabkan koleksi Pteridophyta Kebun Raya Purwodadi menjadi 20 suku. Dengan demikian, pengurangan suku pada inventarisasi kali ini bukan karena ketiadaan spesimen, melainkan karena perubahan klasifikasi pada Pteridophyta.

Berdasarkan cara hidup dan asalnya, sebagian besar koleksi Pteridophyta Kebun Raya Purwodadi merupakan tumbuhan terestrial dan berasal dari wilayah Jawa Timur (Tabel 1). Dengan demikian, diperlukan penambahan koleksi Pteridophyta epifit dan berasal dari luar wilayah Jawa Timur untuk melengkapi koleksi Pteridophyta di Kebun Raya Purwodadi.

Dari 36 jenis koleksi Pteridophyta yang telah diidentifikasi, lima di antaranya masuk ke dalam daftar IUCN *Red List*. Empat jenis termasuk ke dalam *Least concern*, yaitu *Diplazium esculentum*, *Egenolfia appendiculata*, *Acrostichum aureum*, dan *Lygodium microphyllum*; sedangkan satu jenis termasuk ke dalam *Critically endangered*, yaitu *Psilotum nudum* (Tabel 1). Dengan demikian, jenis-jenis tersebut layak menjadi prioritas untuk dikonservasi.

Tabel 1. Koleksi Pteridophyta di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi

Suku	Jenis	Nama Indonesia	Nama Inggris	Cara Hidup	Asal	Status IUCN
Aspleniaceae	<i>Asplenium nidus</i> L.	Pakis sada	<i>Sickle spleenwort</i>	Epifit	Kalimantan Timur	-
	<i>Asplenium polyodon</i> G. Forst.	Paku sarang burung	<i>Bird's-nest fern</i>	Epifit	Jawa Timur	-
	<i>Asplenium</i> sp.	Paku sarang	<i>Spleenworts</i>	Epifit	Kalimantan Timur	-
Athyriaceae	<i>Athyrium accedens</i> (Blume) Milde	Pakis angkrik	<i>Lady fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Athyrium</i> sp.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	Paku sayur	<i>Vegetable fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	<i>Least concern</i>
	<i>Diplazium pallidum</i> T.Moore	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
Blechnaceae	<i>Blechnum orientale</i> L.	Paku lipan	<i>Centipede fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	Lemidi	<i>Swamp vine fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	Paku pohon	<i>Tree fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Davalliaceae	<i>Davallia</i> sp.	-	<i>Foot fern</i>	Epifit	Kalimantan Timur	-
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis</i> sp.	-	<i>Lace fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Dryopteris</i> sp.	Pakis kayu	<i>Wood fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur, NTT	-
	<i>Egenolfia appendiculata</i> (Willd.) J. Sm.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	<i>Least concern</i>
	<i>Pleocnemia conjugata</i> (Blume) C. Presl	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Pleocnemia</i> sp.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
Equisetaceae	<i>Equisetum ramossissimum</i> Desf.	Paku ekor kuda bercabang	<i>Branched horsetail</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Lindsaeaceae	<i>Lindsaea</i> sp.	Paku kalung	<i>Necklace fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis</i> sp.	-	-	Terrestrial	NTT, Sulawesi Tenggara	-
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm.	Paku kawat	<i>Stag-horn moss</i>	Terrestrial	Sulawesi Selatan	-
Lygodiaceae	<i>Lygodium circinatum</i> (Burm.f.) Sw.	Paku hata	<i>Red finger fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Lygodium microphyllum</i> (Cav.) R.Br	Paku krokot	<i>Old world climbing fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	<i>Least concern</i>
	<i>Lygodium</i> sp.	Pakis panjang	<i>Climbing fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Marattiaceae	<i>Angiopteris evecta</i> (G.Forst.) Hoffm.	Paku gajah	<i>Giant fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Angiopteris</i> sp.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-

Suku	Jenis	Nama Indonesia	Nama Inggris	Cara Hidup	Asal	Status IUCN
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> Sw. Schott	Paku larat	<i>Giant sword fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C.Presl.	Paku acel	<i>Erect sword fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott	Pakis pedang	<i>Boston fern</i>	Terrestrial	Jawa Barat	-
	<i>Nephrolepis falcata</i> (Cav.) C.Chr.	Pakis buntut ikan	<i>Fishtail fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Nephrolepis hirsutula</i> (G.Forst.) C. Presl.	Paku kinca	<i>Scaly sword fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Nephrolepis radicans</i> (Burm.) Kuhn.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Nephrolepis</i> sp.	Paku pedang	<i>Sword fern</i>	Terrestrial	Sulawesi Tenggara	-
Ophioglossaceae	<i>Helminthostachys zeylanica</i> (Houtt.) Sledge.	Pakis kaler	<i>Flowering fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Polypodiaceae	<i>Aglaomorpha</i> sp.	-	<i>Basket fern</i>	Epifit	Sulawesi Utara	-
	<i>Loxogrammae</i> sp.	-	-	Epifit	Sulawesi Tengah	-
	<i>Microsorium rubidium</i> (J. Sm.) Copel	-	-	Epifit	Jawa Timur	-
	<i>Microsorium</i> sp.	-	<i>Wart fern</i>	Epifit	Kalimantan Timur	-
	<i>Neochheiropteris zippelii</i> (Blume) Bosman	-	-	Epifit	NTT	-
	<i>Phymatosorus membranifolium</i> (R. Br.) S.G. Lu	-	-	Epifit	Jawa Timur	-
	<i>Pyrosia</i> sp.	-	<i>Felt fern</i>	Epifit	Kalimantan Timur, NTT	-
Psilotaceae	<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.	Paku kumpai sapu	<i>Whisk fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	<i>Critically endangered</i>
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i> L.	Paku laut	<i>Golden leather fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	<i>Least concern</i>
	<i>Adiantum caudatum</i> L.	Suplir berekor	<i>Tailed maidenhair</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Adiantum hispidulum</i> Sw.	-	<i>Rough maidenhair</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Adiantum</i> sp.	Suplir	<i>Maidenhair fern</i>	Terrestrial	Jawa Barat	-
	<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	Suplir rumpun	<i>Brittle maidenhair</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Adiantum trapeziforme</i> L.	Suplir kedondong	<i>Diamond maidenhair</i>	Terrestrial	Jawa Barat	-
	<i>Antrophyum</i> sp.	-	<i>Lineleaf fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Pteris ensiformis</i> Burm.f.	Pakis renda perak	<i>Slender brake</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Pteris</i> sp.	-	<i>Brake fern</i>	Terrestrial	Maluku	-

Suku	Jenis	Nama Indonesia	Nama Inggris	Cara Hidup	Asal	Status IUCN
Selaginellaceae	<i>Selaginella frondosa</i> Warb.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Selaginella plana</i> (Desv. ex Poir.) Hieron	Paku rane biru	<i>Asian spike moss</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Selaginella</i> sp.	Paku rane	<i>Spike moss</i>	Terrestrial	Kalimantan Timur	-
Tectariaceae	<i>Arcypteris</i> sp.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Tectaria aurita</i> (Sw.) S.Chandra.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Tectaria polymorpha</i> (Wall. ex Hook) Copel.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Tectaria</i> sp.	-	<i>Haldberd fern</i>	Terrestrial	Jawa Timur	-
Thelypteridaceae	<i>Cyclosorus aridus</i> (D. Don) Tagawa	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Cyclosorus</i> sp.	-	-	Terrestrial	Sulawesi Tenggara	-
	<i>Sphaerostephanos</i> sp.	-	-	Terrestrial	Jawa Timur	-
	<i>Thelypteris</i> sp.	-	<i>Maiden fern</i>	Terrestrial	Sulawesi Tenggara	-

Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa suku dengan jumlah spesimen koleksi terbanyak (> 20 spesimen koleksi) adalah Nephrolepidaceae, Pteridaceae, dan Polypodiaceae (Tabel 2). Di samping itu, marga dengan jumlah spesimen koleksi terbanyak (> 10 spesimen koleksi) adalah *Nephrolepis*, *Adiantum*, *Angiopteris*, dan *Selaginella* (Tabel 3). Suku Nephrolepidaceae dan marga *Nephrolepis* merupakan koleksi Pteridophyta yang paling banyak dimiliki oleh Kebun Raya Purwodadi dengan persentase mencapai 19,90%.

Hovenkamp & Miyamoto (2005) menyatakan bahwa *Nephrolepis* merupakan salah satu marga tumbuhan paku yang banyak dijumpai di daerah tropis dan subtropis. *Nephrolepis* juga mudah tumbuh bila dibandingkan dengan tumbuhan paku lainnya (Brenzel, 2007). Berdasarkan hal tersebut, banyaknya koleksi *Nephrolepis* di Kebun Raya Purwodadi dapat diasumsikan karena berada pada kondisi lingkungan yang sesuai (daerah tropis) sehingga dapat tumbuh dengan optimal.

Tabel 2. Suku koleksi Pteridophyta dengan jumlah koleksi terbanyak di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi

Suku	Jumlah Spesimen Koleksi	Persentase (%)
Nephrolepidaceae	40	19,90%
Pteridaceae	28	13,93%
Polypodiaceae	25	12,44%
Tectariaceae	14	6,97%
Marattiaceae	13	6,47%
Selaginellaceae	11	5,47%
Aspleniaceae	10	4,98%
Thelypteridaceae	10	4,98%
Dryopteridaceae	9	4,48%
Lomariopsidaceae	8	3,98%

Tabel 3. Marga koleksi Pteridophyta dengan jumlah spesimen koleksi terbanyak di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi

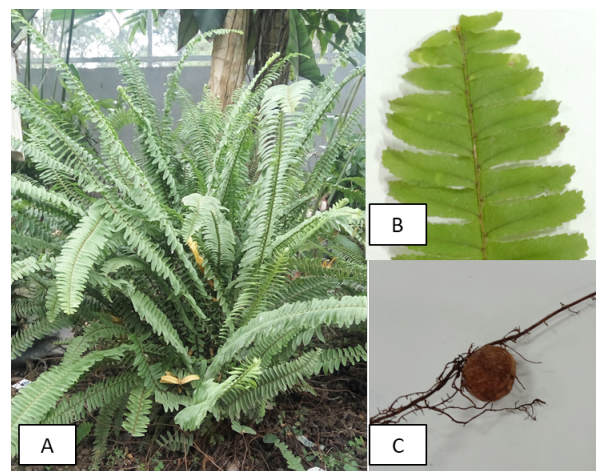
Marga	Jumlah Spesimen Koleksi	Persentase (%)
<i>Nephrolepis</i>	40	19,90%
<i>Adiantum</i>	17	8,46%
<i>Angiopteris</i>	13	6,47%
<i>Selaginella</i>	11	5,47%
<i>Asplenium</i>	10	4,98%
<i>Microsorium</i>	9	4,48%
<i>Tectaria</i>	9	4,48%
<i>Bolbitis</i>	8	3,98%
<i>Loxogramme</i>	8	3,98%
<i>Pteris</i>	7	3,48%

Dari total 40 spesimen koleksi *Nephrolepis*, sebanyak 29 spesimen koleksi telah diidentifikasi jenisnya. Dari hasil identifikasi tersebut, terdapat 6 jenis *Nephrolepis* yang ada di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi, yaitu *N. bisserata*, *N. cordifolia*, *N. exaltata*, *N. falcata*, *N. hirsutula*, dan *N. radicans*. Koleksi *Nephrolepis* dengan jumlah terbanyak adalah jenis *N. cordifolia*. Hal ini karena *N. cordifolia* memiliki tingkat adaptasi yang baik pada semua jenis tanah, toleran terhadap paparan sinar matahari, dan mampu bertahan hidup selama musim kemarau (Rushing, 2006). Di samping itu, *N. cordifolia* banyak tersebar di daerah tropis, subtropis, dan Mediterania (Riefner & Smith, 2015).

Nephrolepis cordifolia adalah jenis paku yang dikenal dengan nama lokal paku pedang/paku sepat/paku tulang ikan. Habitat teresterial di tempat teduh dan lembap (Gambar 2A). Batang berwarna coklat gelap dan berbulu halus berwarna coklat terang. Daun majemuk menyirip genap dengan jumlah anak daun genap dan saling bersilangan (Gambar 2B). Daun yang masih muda menggulung berwarna hijau, permukaan daun halus, tepi daun bergerigi, dan ujung daun runcing. Perakaran berupa rhizoma dan memiliki umbi yang bersisik (Gambar 2C). Sorus berbentuk *lunulate* (seperti bulan sabit) dan berada di peruratan daun bagian tepi-tengah (Hovenkamp & Miyamoto, 2005).

Psilotum nudum (Gambar 3) yang termasuk dalam tumbuhan terancam punah (*critically endangered*) dikenal dengan sebutan "whisk fern" atau kumpai sapu (Qiu & Palmer, 1999). Tumbuhan ini merupakan paku purba yang sudah ada sejak 400 juta tahun yang lalu (Yamakazi et al., 2001).

Psilotum nudum berkerabat dekat dengan *P. complanatum* (Margulis & Chapman, 2009; Suhono, 2012). Ciri khas tumbuhan paku ini adalah percabangannya yang menggarpu. Batang berbentuk bulat-segitiga dan berwarna hijau. Kantong spora (*synangium*) berbentuk seperti tiga bulatan yang menyatu dan menempel pada bagian yang menonjol pada batang (*bracts*).



Gambar 2. Koleksi *N. cordifolia* (L.) C. Presl. di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi, habitus (A), daun (B), dan umbi (C)



Gambar 3. Koleksi *P. nudum* (L.) P. Beauv. di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi (*bracts*, b; *scaly leaves*, sc; *syngonium*, sy)

Syngonium berwarna hijau ketika belum matang dan akan berubah warna menjadi kuning cerah seiring matangnya spora di dalamnya. Daun berwarna hijau dengan bentuk seperti sisik (*scaly leaves*), berukuran kecil (mikrofil), dan runcing.

Berdasarkan pantauan di lapangan, *P. nudum* ditanam pada media tanah dan tumbuh dengan baik di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi. Hal ini karena *P. nudum*

merupakan paku epifit di bebatuan, permukaan tanah, atau batang tumbuhan lain dan tersebar di daerah tropis maupun subtropis (Fairley & Moore, 1989; Nazarian et al., 2010). Selain itu, *P. nudum* dapat dikultivasi dan ditumbuhkan di dalam rumah kaca (Nazarian et al., 2010).

Sebagian besar koleksi Pteridophyta di Kebun Raya Purwodadi diperoleh dari kegiatan eksplorasi lapangan di berbagai daerah. Berdasarkan hasil inventarisasi juga didapat informasi mengenai asal setiap koleksi tumbuhan paku. Mayoritas koleksi tumbuhan paku berasal dari Pulau Jawa, sedangkan koleksi dari pulau lainnya jumlahnya jauh lebih sedikit (Tabel 4). Di samping itu, belum terdapat koleksi Pteridophyta yang berasal dari Pulau Sumatera, Bali, dan Papua. Hal ini menunjukkan bahwa koleksi Pteridophyta Kebun Raya Purwodadi masih belum dapat mewakili keanekaragaman Pteridophyta di Indonesia. Oleh sebab itu, Kebun Raya Purwodadi perlu melakukan kegiatan eksplorasi tumbuhan Pteridophyta, khususnya pada daerah-daerah di luar Pulau Jawa.

Tabel 4. Pulau asal koleksi Pteridophyta di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi

Pulau Asal Koleksi	Jumlah Spesimen Koleksi	Persentase (%)
Jawa	61	62,89%
Sulawesi	9	9,28%
Nusa Tenggara	8	8,25%
Kalimantan	7	7,22%
Maluku	2	2,06%

2. Konsep Penataan Koleksi Pteridophyta di Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi

Hasil observasi langsung di lapangan menunjukkan bahwa penataan koleksi Pteridophyta di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi lebih menonjolkan nilai estetika. Koleksi tidak dikelompokkan berdasarkan jenis, marga, ataupun suku, bahkan terdapat jenis tertentu yang tersebar di beberapa titik. Penataan tersebut tidak menunjukkan nilai ilmiah yang seharusnya diterapkan oleh Kebun Raya Purwodadi yang salah satu fungsinya adalah sebagai kawasan pendidikan. Di

samping itu, penataan koleksi juga terlalu rapat dan bergerombol, sehingga menyebabkan pemeliharaan koleksi kurang optimal. Berdasarkan hasil pantauan di lapangan, terdapat koleksi dengan kondisi daun yang layu bahkan kering karena kekurangan air. Hal tersebut karena penyiraman dilakukan dengan *sprinkle*, sehingga air tidak dapat menjangkau media tanam akibat tertahan di permukaan daun yang saling rapat antara koleksi satu dengan yang lain. Penataan yang terlalu rapat juga menyulitkan aktivitas monitoring kondisi label koleksi. Akibatnya terdapat koleksi yang

tidak beridentitas karena label terlepas atau rusak.

Sementara itu, koleksi Pteridophyta Kebun Raya Purwodadi dapat dikelompokkan menjadi empat subdivisi. Pada pengelompokan tingkat subdivisi ini, mayoritas koleksi Pteridophyta adalah kelompok Pteropsida (Tabel 5). Pengelompokan tingkat subdivisi juga dapat memberikan informasi mengenai kelompok Pteridophyta primitif hingga modern. Kelompok pertama adalah Psilopsida. Kelompok ini dikenal sebagai paku purba dan telah ada sejak zaman Silurian hingga Devodian. Kelompok kedua adalah Lycopside yang dikenal sebagai paku kawat dan mulai ada sejak zaman Devodian hingga Karboniferus. Kelompok

ketiga adalah Equisetopsida atau Sphenopsida. Kelompok ini dikenal sebagai paku ekor kuda dan mulai muncul pada zaman Karboniferus. Kelompok keempat adalah Pteropsida yang merupakan paku sejati atau paku modern dengan tingkat keanekaragaman yang paling tinggi (Roux, 2003).

Berdasarkan hasil observasi dan inventarisasi tersebut, perancangan konsep penataan koleksi Pteridophyta harus mempertimbangkan nilai ilmiah dan kemudahan teknis pemeliharaan koleksi. Oleh sebab itu, konsep penataan yang dapat dilakukan adalah dengan mengelompokkan koleksi Pteridophyta berdasarkan kelompok marga dan diurutkan mulai dari Pteridophyta primitif hingga modern.

Tabel 5. Pengelompokan koleksi Pteridophyta Kebun Raya Purwodadi berdasarkan tingkat subdivisi

Subdivisi	Jumlah Spesimen Koleksi	Persentase (%)
Psilopsida	3	1,49%
Lycopside	12	5,97%
Equisetopsida	1	0,50%
Pteropsida	185	92,04%

Pengelompokan berdasarkan kelompok marga bertujuan agar koleksi Pteridophyta tertata lebih rapi, mempermudah proses perawatan dan monitoring. Hal ini juga bertujuan untuk mengantisipasi apabila terdapat label koleksi yang hilang atau rusak, sehingga koleksi dapat dikenali secara langsung karena telah dikelompokkan sesama marganya. Pengelompokan ini juga akan menunjukkan keanekaragaman jenis koleksi Pteridophyta pada masing-masing marga.

Sementara itu, konsep penataan dengan mengurutkan koleksi mulai dari Pteridophyta primitif (Psilopsida) hingga modern (Pteropsida) dapat menampilkan tahapan-evolusi dari Pteridophyta. Berdasarkan konsep penataan tersebut nilai ilmiah dapat terlihat, sehingga dapat menjadi media pembelajaran. Setiap pengunjung, khususnya pelajar atau mahasiswa, dapat secara langsung mendapatkan informasi ilmiah mengenai keanekaragaman Pteridophyta sekaligus tahapan evolusinya saat melakukan

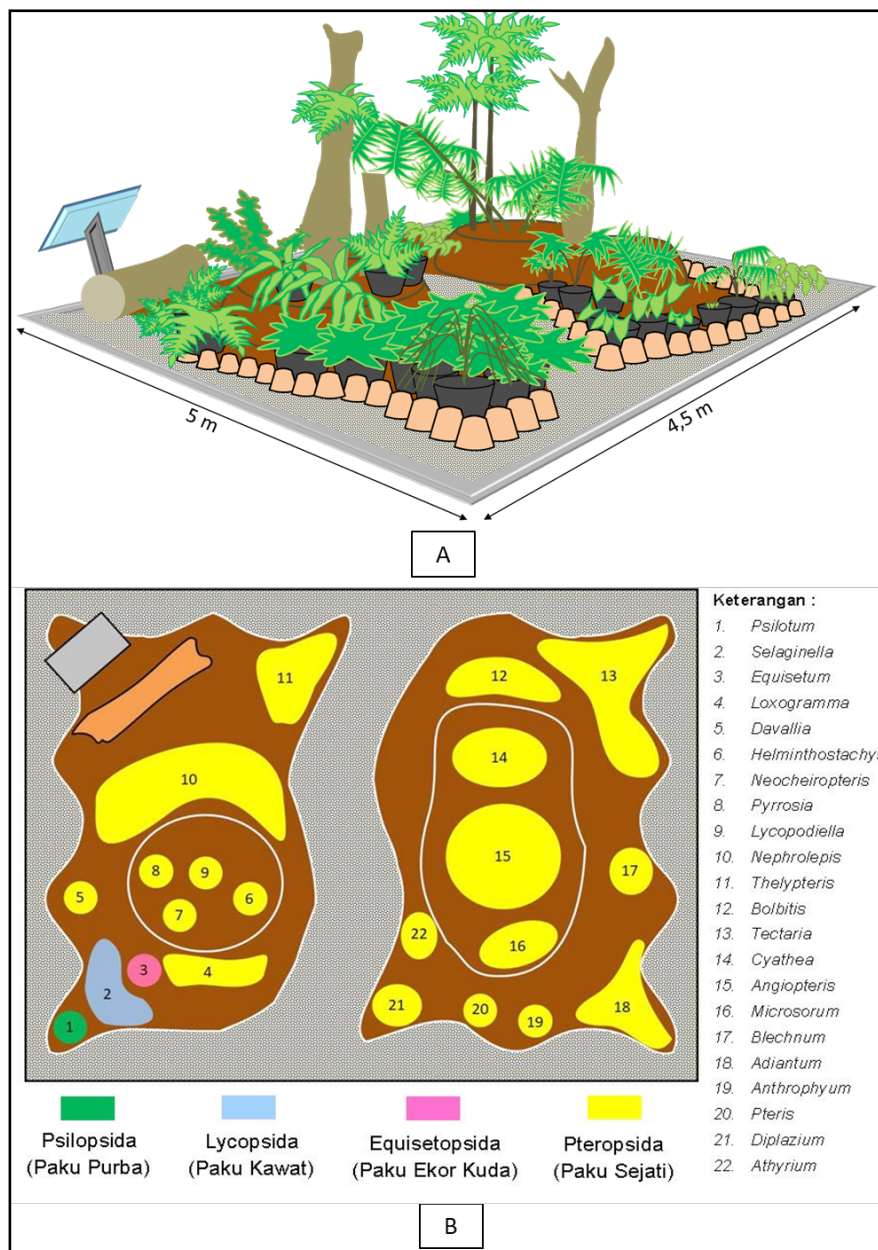
kunjungan ke rumah kaca Kebun Raya Purwodadi.

Selain berdasarkan marga dan urutan evolusinya, konsep penataan juga perlu memperhatikan posisi, jarak, dan habitus dari koleksi Pteridophyta. Koleksi dengan habitus yang lebih besar seperti *Angiopteris* dan *Cyathea*, diletakkan pada area yang lebih tinggi agar terlihat lebih menonjol, sedangkan koleksi dengan habitus yang kecil seperti *Adiantum*, *Bolbitis*, *Tectaria*, ditanam di dalam pot dan penataannya diberi jarak kurang lebih 10 cm antara satu dengan yang lainnya. Hal ini dilakukan agar air dapat mencapai media tanam meskipun penyiraman menggunakan *sprinkle*, sehingga koleksi tersebut tidak kekurangan air.

Dengan demikian, penerapan konsep penataan koleksi Pteridophyta ini dapat memberikan manfaat bagi Kebun Raya Purwodadi, yaitu kemudahan dalam merawat koleksi dan menjadikan rumah kaca sebagai

media pembelajaran tentang Pteridophyta. Di samping itu, pengunjung juga dapat teredukasi mengenai keanekaragaman jenis Pteridophyta

dan urutan tahapan evolusinya. Detail konsep penataan koleksi tumbuhan paku tersebut divisualisasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsep penataan koleksi Pteridophyta di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi, desain (A) dan denah (B)

Simpulan

Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi Pteridophyta terdiri atas 20 suku, 38 marga, dan telah teridentifikasi sebanyak 36 jenis. Suku dengan jumlah koleksi terbanyak adalah Nephrolepidaceae yang didominasi oleh jenis *N. cordifolia*. Selain itu, terdapat koleksi

Pteridophyta yang termasuk dalam IUCN *Red List* dengan kategori terancam punah, yaitu *P. nudum*. Strategi penataan koleksi Pteridophyta di rumah kaca dilakukan dengan konsep pengelompokan berdasarkan marga dan diurutkan mulai dari Pteridophyta paling primitif hingga modern.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Deden Mudiana, S.Hut., M.Si. selaku Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Purwodadi, Bapak Rony Irawanto, S.Si., M.T. selaku Kepala

Unit Seksi Eksplorasi dan Koleksi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Tim Registrasi dan Pemeliharaan Koleksi Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi, serta pihak-pihak terkait yang turut membantu penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bandyopadhyay, S. & Mukherjee, S. (2014). A Contribution to The Fern Flora of Howrah District in West Bengal, India. *International Journal of Pharmacological Screening Methods*, 4(1), 1-3.
- Brenzel, K. N. (2007). *Western Garden Book* (8th ed.). California, U.S.A.: Sunset Publishing Corporation.
- De Britto, A. J., Gracelin, D. H. S., and Kumar, P. B. J. R. (2012). Phytochemical Studies on Five Medicinal Ferns Collected from Southern Western Ghats, Tamilnadu. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine*, S536-S538.
- Fairley, A. & Moore, P. (1989). *Native Plants of The Sydney District* (1st ed.). Sydney, Australia: Kangaroo Press.
- Hovenkamp, P. H. & Miyamoto, F. (2005). A Conspectus of The Native and Naturalized Species of *Nephrolepis* (Nephrolepidaceae) in The World. *Blumea*, 50, 279-322.
- Johnson, M. & Manickam, V. S. (2009). Influence of Abiotic and Biotic Factors on Developmental Biology of Four Ferns of Western Ghats, India. *Bio Technology An Indian Journal*, 3(4), 242-250.
- Kasetsart, J. (2016). Morphology of Fern Spores from Phu Phan National Park. *Natural Science*, 40, 116-122.
- Lestari, W., Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, & Fika, A. P. (2013). *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden*. Purwodadi: Purwodadi Botanic Garden.
- Margulis, L. & Chapman, M. J. (2009). *Kingdoms and Domains An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth* (4th ed.). Massachusetts: Academic Press.
- Natarajan, S., Stamps, R. H., Ma, L. Q., Sha, U. K., Hernandez, D., Cai, Y., and Zillioux, E. J. (2011). Phytoremediation of Arsenic-contaminated Groundwater Using Arsenic Hyperaccumulator *Pteris vittata* L: Effect of Frond Harvesting Regimes and Arsenic Levels in Refill Water. *Journal of Hazardous Materials*, 185, 938-989.
- Nazzarian, H., Taghavizad, R., and Khosravi, E. (2010). The First Anatomical Report and Morphological Reexamination of *Psilotum nudum* L., in Iran. *Pakistan Journal of Botany*, 42(6), 3723-3728.
- Qiu, Y. L. & Palmer, J. D. (1999). Phylogeny of Basal Land Plants: Insights from Genes and Genomes. *Trends in Plant Science*, 4, 26-30.
- Riefner, R. E. & Smith, A. R. (2015). *Nephrolepis cordifolia* (Nephrolepidaceae) Naturalized in Southern California (U.S.A): with Notes on Unintended Consequences of Escaped Garden Plants. *Journal of The Botanical Research Institute of Texas*, 9(1), 201-212.
- Rothfels, C., Sundue, M., Kuo, L., Larsson, A., Kato, M., Schuettpelz, E., and Pryer, K. (2012). A Revised Family-Level Classification for Eupolypodi Ferns (Polypodiidae: Polypodiales). *Taxon*, 61, 515-533.



- Roux, J. P. (2003). *Swaziland Ferns and Ferns Allies*. Pretoria: Southern African Botanical Diversity Network.
- Rushing, S. (2006). *Tough Plants for California Gardens*. U.S.A.: Cool Springs Press.
- Scheffers, B. R., Phillips, B. L., and Shoo, L. P. (2014). *Asplenium* Bird's Nest Ferns in Rainforest Canopies are Climate-contingent Refuges for Frogs. *Global Ecology and Conservation*, 2, 37-46.
- Suhono, B. (2012). *Ensiklopedia Biologi Dunia Tumbuhan Paku*. Jakarta: PT. Lentera Abadi.
- Tjitrosoepomo, G. (1994). *Taksonomi Tumbuhan Thallophyta, Schizophyta, Pteridophyta*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Yamakazi, Y., Suh, D.Y., Sitthithaworn, W., Ishiguro, K., Kobayashi, Y., Shibuya, M., and Sankawa, U. (2001). Diverse Chalcone Synthase Superfamily Enzymes from The Most Primitive Vascular Plant, *Psilotum nudum*. *Planta*, 214(1), 75-84.

EFEKTIVITAS CENDAWAN ENTOMOPATOGEN *METARHIZIUM ANISOPLIAE* DALAM MEMBUNUH (Imago *Musca domestica* L.) (DIPTERA: MUSCIDAE)

Florianus Flori*, Noni Yunizar, Linawati, Kustiati

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124

*E-mail: florifaizal@gmail.com

Paper submit: 7 Oktober 2019, Paper publish: September 2020

Abstract-The *Musca domestica* L. or house flies are considered as a nuisance insect in the health field and are mechanical vectors of several diseases in humans and livestock. This study aims to determine the effectiveness of the fungus *Metarhizium anisopliae* in killing the *Musca domestica* adult flies. The house fly used is the local population from the landfill in the city of Pontianak. The research method was designed using a completely randomized design consisting of five treatments and one control with three replications, namely: Control; (P1) $1,2 \times 10^6$ konidia / ml; (P2) $3,6 \times 10^6$ konidia / ml; (P3) 6×10^6 konidia / ml; (P4) $8,4 \times 10^6$ konidia/ml; and (P5) $10,8 \times 10^6$ konidia/ml given in the form of a suspension of 1 ml. The number of flies that showed paralysis was recorded from one day after treatment until the 14th day. Data on mortality of adult flies were analyzed probitly with the help of the Excel program to determine the death time of 50% (LT50) from each concentration of treatment. The results showed that *M. anisopliae* suspension with conidia density of 8×10^6 konidia / ml was more effective in killing *M. domestica* imago within 5.88 days with a 95% range of test fly mortality, ie 4.70-7.36 days. Treatment with the suspension of the lowest conidia density can kill the *M. domestica* L. imago by as much as 50% or more.

Keywords: *Musca domestica* L., *Metarhizium anisopliae*, Mortality.

Pendahuluan

Musca domestica L. atau lalat rumah merupakan salah satu spesies serangga yang sering dijumpai di sekitar rumah, kadang ternak dan berbagai tempat lainnya. Lalat ini dianggap sebagai serangga pengganggu di bidang kesehatan karena merupakan vektor mekanis beberapa penyakit dan penyebab *myiasis* pada manusia dan ternak (Lestari et al. 2005). Lebih dari 100 jenis patogen terhadap manusia dan hewan dibawa oleh lalat rumah yang diperoleh dari sampah, limbah buangan rumah tangga, dan sumber kotoran lainnya. Agens penyakit tersebut ditularkan dari mulut melalui muntah, feses, dan bagian tubuh lain yang terkontaminasi dan dipindahkan pada makanan manusia atau pakan hewan/ternak (Hastutie & Fitri 2007).

Pengendalian lalat sudah ditempuh dengan berbagai cara seperti sanitasi lingkungan, pengendalian fisik, maupun

penggunaan insektisida kimiawi. Penggunaan insektisida kimiawi secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, diantaranya terbunuhnya musuh alami dan akumulasi residu pestisida (Hasnah et al., 2012).

Salah satu pengendalian yang dikembangkan saat ini menggunakan cendawan entomopatogenik seperti *Beauveria bassiana*, *Duddingtonia flagrans*, dan *Metarhizium anisopliae*. Dari ketiga jenis cendawan tersebut, *M. anisopliae* tergolong paling umum digunakan karena efektif dalam berbagai tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa, dan imago (Herlinda et al., 2008).

Cendawan ini memiliki aktifitas larvisidal karena menghasilkan *cyclopeptida*, *destruxin* A, B, C, D, E dan *desmethyldestruxin* B. *Destruxin* telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek *destruxin* berpengaruh pada organella sel target (mitokondria, retikulum endoplasma, dan membran nukleus),

menyebabkan paralisa sel dan kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi, *hemocyt*, dan jaringan otot (Widiyanti & Muyadihardja 2004).

Hasil Penelitian Suprayogi et al., (2015) menunjukkan bahwa dengan pemberian suspensi *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia $10^9/70$ ml/air mampu membunuh Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) sebesar 94,44%. Selanjutnya Amiruddin (2012) mencoba cendawan *M. anisopliae* yang di infeksi terhadap larva *M. domestica* dengan kerapatan konidia $5,1 \times 10^{10}$ konidia/ml mampu membunuh hingga mencapai 93,33 %. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dalam membunuh imago *M. domestica* L.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak pada bulan April hingga Juni 2018. Bahan penelitian yang digunakan meliputi: media PDA (*Potato Dextrose Agar*), Isolat cendawan *M. anisopliae* yang diperoleh dari Balai Proteksi Tanaman Perkebunan (BPTP) Pontianak, dan dan pakan lalat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah *Autoclave*, *Biological Safety Cabinet* (BSC), cawan petri, erlenmeyer, *haemositometer*, mikroskop cahaya, lampu bunsen, jarum preparat, kotak kasa berukuran 30 cm x 30 cm, *ovitrap*, tabung reaksi, vorteks, dan wadah lalat.

1. Pelaksanan Penelitian

a. Pemiakan Isolat Cendawan *Metarhizium anisopliae*

Isolat cendawan *M. anisopliae* ditumbuhkan pada medium *potato dextrose agar* (PDA) dan inkubasi selama 14 hari pada suhu 26° C. Setelah masa inkubasi, koloni berubah warna menjadi hijau gelap, menandakan bahwa isolat cendawan siap digunakan untuk pengujian lebih lanjut terhadap imago *Musca domestica* L.

b. Pemeliharaan dan perbanyakkan lalat *Musca domestica* L.

Lalat dipelihara dalam kotak kasa berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm pada suhu ruangan. Setiap populasi disediakan *ovitrap* yang digunakan sebagai media perkembangan untuk meletakkan telur lalat dengan menggunakan tisu yang telah dibasahi dengan susu 5%.

Pakan imago terdiri atas campuran susu bubuk, ragi, dan gula. Setelah 24 jam, *ovitrap* yang telah mengandung telur lalat rumah dipindahkan ke medium larva hingga menjadi pupa. Medium larva yang digunakan terdiri atas campuran dedak dan pakan ayam dengan perbandingan 2:1 pada lapisan bawah dengan campuran 3 bagian air. Setelah itu, sekam padi diletakkan pada wadah dengan ketebalan kurang lebih 3 cm dari permukaan medium larva, adanya sekam bertujuan untuk mempercepat larva menjadi pupa. Pupa kemudian dipelihara dalam kurungan yang terpisah hingga menjadi imago lalat rumah yang selanjutnya digunakan sebagai percobaan (Kustiati et al., 2015)

c. Pembuatan suspensi dan penghitungan konidia cendawan *M. anisopliae*

Pembuatan suspensi dilakukan dengan cara mengambil koloni cendawan dari biakan murni, kemudian di masukan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 30 ml aquades steril, selanjutnya suspensi divorteks hingga homogeny dan digunakan sebagai larutan stok uji serta dihitung kerapatannya dengan menggunakan *haemositometer* pada mikroskop.

d. Rancangan penelitian

Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 1 kontrol dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Susunan perlakuan suspensi kerapatan konidia *Metarhizium anisopliae* adalah sebagai berikut:

P0 = akuades, tanpa suspensi konidia,

P1 = $1,2 \times$ konidia/ml,

P2 = $3,6 \times 10^6$ konidia/ml,

P3 = 6×10^6 konidia/ml,

P4 = $8,4 \times 10^6$ konidia /ml, dan P5 = $10,8 \times 10^6$ konidia /ml.

e. Uji hayati

Pengujian dilakukan dengan menggunakan toples plastik yang berkapasitas 400 ml dengan penutup bahan *stocking*. Sebanyak 10 individu lalat berumur 3-5 hari dimasukkan ke dalam toples plastik yang telah diisi dengan pakan lalat berupa gula halus dan wadah suspensi cendawan. Suspensi cendawan dari setiap suspensi kerapatan perlakuan diambil sebanyak 3 ml dan diteteskan ke dalam wadah suspensi dalam toples yang telah berisi lalat rumah dengan menggunakan spuit.

Perlakuan setiap suspensi kerapatan konidia dilakukan tiga ulangan. Kontrol perlakuan hanya diberikan akuades. Parameter pengamatan dalam penelitian ini jumlah lalat yang mati. Pengamatan pertama kali dilakukan setelah 24 jam setelah aplikasi, selanjutnya pengamatan dilakukan setiap 24 jam selama 14 hari. Data hasil selanjutnya dikumpulkan dan dianalisa secara probit menggunakan program Excel.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis probit pada LT (*lethal time*) 50 (Tabel 1) menunjukkan bahwa kerapatan konidia yang diperlukan untuk membunuh hewan uji bervariasi. Lama waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing kerapatan untuk membunuh lalat uji sebesar 50 % dapat dilihat pada nilai LT_{50} . Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa, pada kerapatan konidia 8×10^6 konidia/ml kematian imago *M. domestica* relatif lebih cepat dan efektif, terjadi dalam waktu 5,88 hari dengan kisaran waktu membunuh lalat uji sebesar 95% pada hari ke 4,70 hingga hari ke 7,36, sedangkan pada kerapatan konidia terendah $1,2 \times 10^6$ konidia/ml, kemampuan cendawan membunuh lalat uji cenderung lebih lambat, yaitu dalam waktu 8,97 hari dengan kisaran waktu membunuh lalat uji 7,95–10,11 hari.

Nilai *slope* yang ditunjukkan pada (Tabel 1) terhadap *M. anisopliae* berkisar dari $2,337 \pm 0,43$ hingga $7,103 \pm 0,14$, artinya bahwa semua perlakuan kerapatan bersifat homogen ditunjukkan dari nilai *slope* lebih dari 2,00. Hal

ini sesuai dengan pernyataan Servin-Villagas *et al.* (2006), bahwa respon homogenitas pada populasi dapat dilihat dari nilai *slope*, yang juga berhubungan dengan tingkat resistensi terhadap insektisida. Hal ini membuktikan bahwa strain *Musca domestica* tersebut memiliki tingkat individu yang sama kerentanannya terhadap cendawan *Metarhizium anisopliae*

Tabel 1. Uji hayati *Metarhizium anisopliae* terhadap imago *Musca domestica*

Kerapatan konidia	Strain <i>M. domestica</i> Ampas Tahu	
	LT_{50}	Slope/SD
(P0) Kontrol	-	-
P(1) $1,2 \times 10^6$ konidia/mL	8,97 (7,95 – 10,11)	$5,028 \pm 0,19$
(P2) $3,6 \times 10^6$ konidia/1mL	7,78 (6,65 – 9,10)	$3,561 \pm 0,28$
(P3) 6×10^6 konidia/1mL	7,58 (6,89 – 8,35)	$7,103 \pm 0,14$
(P4) $8,4 \times 10^6$ konidia/1mL	5,88 (4,70 – 7,36)	$2,337 \pm 0,43$
(P5) $10,8 \times 10^6$ konidia/1mL	4,53 (3,72 – 5,49)	$2,888 \pm 0,35$

Hasil penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa cendawan *Metarhizium anisopliae* mampu membunuh imago lalat *M. domestica* dengan berbagai tingkat kerapatan konidia. Namun dengan pemberian tingkat kerapatan konidia yang tinggi, kematian lalat uji cenderung lebih cepat dibandingkan dengan tingkat kerapatan konidia terendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khairunnisa *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat kerapatan konidia yang diinfeksi pada serangga uji dalam perlakuan, maka semakin tinggi peluang kontak antara patogen dengan inangnya, sehingga proses kematian serangga yang terinfeksi semakin cepat. Hal ini ditunjukkan dari nilai LT_{50} (Tabel 1) pada konsentrasi tinggi $10,8 \times 10^6$ konidia/ml, kematian imago *M. domestica* cenderung lebih cepat terjadi yaitu dalam waktu 3,72 hari hingga 5,49 hari. Simamora *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa penggunaan cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama antara lain ditentukan oleh konsentrasi/kepadatan dan daya kecambah konidia.

Cendawan *Metarhizium* spp. dikenal memiliki kemampuan dalam menghasilkan toksin yaitu destruksin yang bisa membunuh serangga inang dengan merangsang atau memacu terjadinya kerusakan pada jaringan serangga (Tanada & Kaya 1993).



Gambar 1. Miselium cendawan *M. anisopliae* menyelimuti tubuh Imago *M. domestica*

Pada penelitian yang telah dilakukan selama proses aplikasi terjadi perubahan tingkah laku lalat yang ditandai dengan lambatnya pergerakan imago *M. domestica*, menurunnya aktivitas terbang dan makan, imago lalat cenderung menempel pada dinding toples sebelum akhirnya mati. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Gindin et al. (2000), bahwa aktivitas lalat yang terinfeksi cendawan entomopatogen akan menunjukkan gejala berupa penurunan nafsu makan karena sistem syaraf serangga terganggu.

Sistem syaraf serangga memegang peranan penting dalam mengatur proses aktivitas dan bila

terjadi gangguan sistem maka akan mengacaukan semua perilaku termasuk bereproduksi dan memenuhi kebutuhan makan. Imago *Musca domestica* yang telah terinfeksi, tubuhnya akan mengeras (Gambar 1), miselium cendawan yang berwarna putih selanjutnya menyelimuti tubuh imago hingga lama kelamaan warna tersebut akan berubah menjadi hijau tua.

Cendawan patogen yang masuk ke dalam tubuh serangga tidak melalui saluran makanan tetapi langsung masuk ke dalam tubuh melalui kulit atau integumen. Konidia selanjutnya akan memperbanyak diri melalui pembentukan hifa dalam jaringan epicutikula, epidermis, hemocoel serta jaringan-jaringan lainnya hingga semua jaringan tubuh lalat dipenuhi oleh miselia jamur (Agastya et al. 2018)

Simpulan

Keefektifan cendawan *M. anisopliae* dalam membunuh imago *M. domestica* yaitu pada kerapatan $8,4 \times 10^6$ konidia/ml yakni sebesar 95 % pada LT 50 selama 5,88 hari.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, (Ristekdikti) yang telah membantu pendaan pada Program Kreativitas Mahasiswa (PKMP) tahun 2017)

Daftar Pustaka

- Amiruddin, M., Umrah, & Alwi M. 2012. Keefektifan *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Pengendali Hayati terhadap Larva Lalat *Musca domestica* L. *Jurnal Biocelebes*, 6: 48-55.
- Agastya, I.M.I., Ameliawati, P. & Fikrinda, W. 2018. Eksplorasi dan identifikasi Jamur Patogen serangga di Lahan kering Serangga di Rhizosfer Lahan Kering Kabupaten Malang. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17 (3): 13-17.
- Hastutiek & Fitri, L. 2007. Potensi *Musca domestica* Linn. sebagai Vektor Beberapa Penyakit. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 23: 125-136.
- Hasnah, Susana & Husin, S. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara viridula* L. pada Stadia Nimfa dan Imago. *Jurnal Floratek*, 7: 13-24.
- Gindin, G., Geschtovt, N.U., Raccach, B., & Barash I. 2000. Pathogenicity of *Verticillium Lecanii* to different developmental stages of the silverleaf whitefly. *Bemisi argentifolii Phytoparasitica*,

28: 229-239.

- Khairunnisa, Martina A., & Titrawani. 2014. Uji efektivitas jamur *Metarhizium anisopliae* cps.t.a Isolat Lokal terhadap Hama Rayap (*Coptotermes curvignathus*). *Jom Fmipa*, 1: 384-392.
- Kustiati, Yusmalinar, S., Susanti, S, Rahayu R., Heriani N., Ahmad I. 2015. Resistensi Lalat Rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) dari Empat Kota di Indonesia terhadap Permetrin dan Propoksur. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12 (3): 123-124.
- Lestari, Yuniar., Boewono, Damar T., & Irvati, S. 2005. Efektivitas Ekstrak Etanol Beberapa Jenis Tanaman terhadap Mortalitas Lalat *Musca domestica* di Laboratorium. *Sains Kesehatan*, 18: 115-125.
- Servin-Villegas, R, Garcia, HJL., Murilo, AB., Tejas A., & Martinez, C.J.L. 2006. Stability of insecticides resistance of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the absence of selection pressure. *Folia Entomológica Mexicana*, 45: 27-34.
- Simamora, L, O, Bakti, D, Oemry, S, & Manik, F. 2013. Kajian epizootic *Metarhizium anisopliae* pada larva tritip (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) di rumah Kaca. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1:166-177.
- Suryadi Y, & Kadir, ST. 2007. Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga *Metarhizium anisopliae* (metsch. sorokin) pada Wereng Coklat. *Berita Biologi*, 6: 489-495.
- Suprayogi, Marheni, & Oemry, S. 2015. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera ; Pentatomidae) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Rumah Kasa. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3 (1): 320-327.
- Tanada Y, & Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. San Diego: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher.
- Widiyanti, Ni Luh, P.M., & Muyadihardja, S. 2004. Uji Toksisitas *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Media Litbang Kesehatan*, 14: 25-30.

POTENSI EKSTRAK BIJI ALPUKAT SEBAGAI *HAND* SANITIZER ALAMI : LITERATUR REVIEW

Aminah Asngad*, Diah Wulandari Subiakto

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email : aa125@ums.ac.id

Paper submit: Februari 2020, Paper submit: September 2020

Abstrak-Hand sanitizer berbahan alkohol dapat menimbulkan iritasi, dan membuat kulit kering. Sehingga pada saat ini banyak dikembangkan pembuatan hand sanitizer berbahan alami. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan yaitu biji alpukat. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui potensi ekstrak biji alpukat yang dapat digunakan sebagai hand sanitizer alami yang lebih aman untuk kulit. Metode yang digunakan yaitu dengan mengumpulkan, menganalisis dan marangkum artikel yang sesuai dengan tujuan yang dipublikasi pada tahun 2016-2020 dan bersifat free fulltext acces. Pencarian artikel menggunakan databased Google scholar dan Garuda dengan kata kunci fitokimia, antibakteri, hand sanitizer alami, dan biji alpukat. Hasil ditemukan bahwa ekstrak biji alpukat berpotensi digunakan sebagai Hands sanitizer alami dikarenakan dalam biji alpukat memiliki kandungan fitokimia berupa senyawa asam lemak, flavonoid, tannin, fenol, saponin, alkaloid, steroid, dan terpenoid. Memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri Gram Negatif maupun bakteri Gram Positif dengan zona hambat dalam kategori sedang hingga kuat. Dan pelarut yang paling baik digunakan dalam ekstraksi biji alpukat yaitu pelarut Metanol yang bersifat polar. Simpulan menunjukkan bahwa ekstrak biji alpukat berpotensi sebagai bahan pembuatan hand sanitizer alami dikarenakan memiliki senyawa dan aktivitas antibakteri.

Kata Kunci: Antibakteri, Biji Alpukat, Fitokimia, dan Hand Sanitizer Alami.

Pendahuluan

Pembersih tangan antiseptic (*Hand sanitizer*) dapat digunakan jika keadaan tangan tidak terdapat kotoran. *Hand sanitizer* yang berada di pasaran mengandung bahan aktif alkohol 60% hingga 90% dan triklosan 0,05%. Konsentrasi alkohol 70% dan triklosan 0,05% merupakan konsentrasi yang paling optimal pada pembuatan *hand sanitizer* yang dapat menghambat 72,45% pertumbuhan bakteri *S. aureus* selama 30 detik (Srikartika, 2016). Semakin tinggi konsentrasi alkohol maka semakin efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Namun tingginya konsentrasi alkohol dalam *hand sanitizer* dapat berbahaya bagi kulit. Alkohol dapat membuat kulit menjadi kering sehingga mikroba akan mudah menempel pada permukaan kulit sedangkan triklosan dalam pencuci tangan dapat

mengakibatkan penyakit dermatitis (Olaniyan, 2016). Oleh karena itu untuk mengurangi kandungan kimia yang terdapat dalam *hand sanitizer* dan sebagai pengurangan limbah di lingkungan maka digunakan bahan alami.

Terdapat berbagai macam bakteri patogen pada telapak tangan manusia. Pada telapak tangan anak anak ditemukan bakteri patogen dengan spesies *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Flavobacterium*, *Escherichia coli*, dan *Enterobacter* (Vishwanath, 2019). Sedangkan pada bagian bawah kuku manusia ditemukan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter* sp, *Bacillus* sp, *Streptococcus* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella* sp (Risan, 2017). Selain itu menurut penelitian Iskandar (2018), pada gagang pintu transportasi publik ditemukan beberapa jenis bakteri patogen penyebab infeksi nosokomial yaitu *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* sp

koagulase-negatif, dan *Klebsiella oxytoca*. Bakteri tersebut dapat berpindah ke tangan manusia dan jika tidak melakukan sanitasi maka bakteri tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia dan menyebabkan beberapa penyakit.

Bahan alami yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *hand sanitizer* yaitu bahan yang memiliki kandungan fenolik tinggi sebagai zat aktif antibakteri. Pada tumbuhan di semua bagian hampir terdapat senyawa fenolik. Senyawa fenolik yang terkandung dalam tumbuhan dalam bentuk polifenol. Senyawa yang termasuk dalam golongan tersebut yaitu fenil propanoid, kumarin, flavonoid, isoflavonoid, lignin dan tannin (Rollando, 2019). Kandungan flavonoid dapat menghambat sintesis DNA bakteri sehingga sel bakteri tidak dapat membelah dan mati (Kusuma, 2018). Biji alpukat merupakan salah satu organ tumbuhan yang memiliki kandungan flavonoid tinggi.

Alpukat merupakan salah satu "*super food*" dikarenakan mengandung banyak manfaat. Selain pada daging buah dan kulit pada biji alpukat juga memiliki banyak manfaat. Pada penelitian Rivai (2019), pada ekstrak etanol biji alpukat mengandung senyawa flavonoid sebesar 0.1084%. Ekstrak etanol biji alpukat memiliki luas daya hambat pada bakteri *E.coli* dengan zona hambat 12,0 mm, dan pada bakteri *S.aureus* dengan zona hambat 14,0 mm yang termasuk ke dalam kategori yang kuat (Osuntokun, 2017). Dan vitamin E yang terkandung dalam biji alpukat dapat digunakan sebagai bahan pelembab. Ekstrak minyak biji alpukat dapat dijadikan pelembab kulit dengan pH kulit 6,52 yang aman bagi kulit (Utomo (2016).

Oleh karena itu, peneliti melakukan literatur review yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi artikel penelitian tentang kandungan dalam biji alpukat, dan aktivitas antibakteri biji alpukat yang dapat digunakan sebagai *hand sanitizer* alami yang lebih aman untuk kulit.

Metode Penelitian

1. Objek dan Subjek penelitian

Objek Material : Biji Alpukat

Objek Formal : Efektivitas Antibakteri

Ekstrak Biji Alpukat Sebagai *Hand Sanitizer*.

Subyek : Hasil penelitian Efektivitas

Antibakteri Ekstrak Biji Alpukat Sebagai *Hand Sanitizer* yang relevan.

2. Metode dan Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan Studi literatur yang dilakukan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan merangkum artikel penelitian yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Pencarian artikel menggunakan *databased* Garuda dan Google Scholar. *Databased* tersebut dipilih karena di dalamnya dimuat banyak jurnal dengan *free fulltext acces*. Pencarian jurnal menggunakan kata kunci, fitokimia, antibakteri, *hand sanitizer* alami dan biji alpukat. Pencarian artikel didasarkan oleh kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan yaitu, kriteria inklusi: (1) artikel yang memiliki judul dan isi yang relevan dengan tujuan penelitian; (2) berbahasa Inggris dan berbahasa Indonesia; (3) *free fulltext acces*; (4) artikel penelitian minimal yang dipublikasi pada 2016–2020. Dan kriteria eksklusi: (1) artikel tidak memiliki struktur artikel yang lengkap; (2) review artikel

3. Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah *content analysis* atau kajian isi. Kajian isi adalah metodologi yang membahas secara detail dan mendalam pada sumber buku, jurnal, atau media massa. Penulis mengkaji isi dari beberapa literatur seperti hasil penelitian jurnal-jurnal baik nasional maupun internasional mengenai efektivitas antibakteri ekstrak biji alpukat sebagai *hand sanitizer*.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Berdasarkan hasil pencarian dari *dated* based Google Scholar dan Garuda masing masing ditemukan sebanyak 2.757 artikel dan 5 artikel sehingga total artikel yang didapat sebanyak 2.762 artikel. Hasil pemilihan artikel berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan didapatkan 78 artikel yang berasal dari Google Scholar dan 5 artikel yang berasal dari Garuda dan terdapat 14 artikel yang sama

sehingga total artikel menjadi 69. Namun hanya terdapat 29 artikel yang memiliki struktur lengkap dan sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah menskrining dan skimming 29 artikel tersebut terdapat 9 artikel yang tidak digunakan dikarenakan beberapa alasan yaitu, bakteri yang digunakan dalam uji merupakan bakteri patogen yang terdapat dalam tubuh, bakteri yang digunakan bakteri dalam tubuh hewan, dan uji antibakteria digunakan ekstrak biji alpukat ditambah dengan ekstrak lain.

Tabel 1. Tabel Riwew Artikel

Author	Metode	Hasil
Shri Balakhrisna Acharya, Saradindu Ghosh, Giriraj Yadav, Kavita Sharma, Dr. Sirsendu Ghosh, Dr. Sushil Joshi (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi menggunakan <i>sox let extractor</i>. • Uji daya hambat • Uji Formula gel. 	Pada setiap bahan memiliki aktivitas antibakteri yang baik terutama pada bakteri <i>Escherichia coli</i> . Aktivitas antibakteri dihasilkan oleh senyawa terpenoid dan flavonoid. <i>Hand sanitizer</i> gel yang dihasilkan tidak menimbulkan efek iritasi kemerahan dan kering pada kulit serta memiliki homogenitas cairan yang baik dengan formulasi yang baik.
Norhazlin Jusoh, Emi Norzehan Mohamad Mahabob, Farah Zayanah Ahmad Zulkifli, Putri Shareen Rosman, and Husna Zulkipli. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi dengan pelarut etanol 95%. • Uji antibakteri dengan difusi cakram 	<i>Hand sanitizer</i> dengan komposisi alkohol lebih dari 70% memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik. <i>Hand sanitizer</i> alami terdiri atas bahan non-alkohol (yang memiliki aktivitas antibakteri) dan gliserin sebagai pelembab kulit. Efek penggunaan <i>hand sanitizer</i> alami yaitu dapat membunuh bakteri patogen yang sama kuatnya dengan <i>hand sanitizer</i> komersial dan tidak iritasi, kering, dan dapat mudah terurai.
Dian Riana Ningsih, Zufahair, Dwi Kartika, and Amin Fatoni. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut n-heksana. • Uji antibakteri dengan difusi cakram. • Uji Kualitas <i>hand sanitizer</i> 	<i>Hand sanitizer</i> gel daun sirsak memiliki komposisi zat aktif antibacterial, gelling agent (carbomer), gliserin, dan TEA. <i>Hand sanitizer</i> daun sirsak memiliki kualitas yang baik dengan ciri-ciri gel yang transparan, tidak berbau, gel homogen tidak ada gumpalan, pH yang aman bagi kulit 5,29-6,28, daya sebar konsisten, dan memiliki daya hambat terhadap bakteri.
Meike Tiya Kusuma, and Retno Susilowati. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Uji antibakteri dengan metode docking molekul • Uji fitokimia pada ekstrak etanol biji alpukat sebagai senyawa aktif 	Pada ekstrak etanol biji alpukat memiliki senyawa aktif flavonoid yang dapat menghambat sintesis DNA bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> sehingga sel bakteri tidak dapat membelah dan mati.
Harrizul Rivai, Yolanda Triana Putri, and Rusdi Rusdi. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi dan metode decoct. • Uji senyawa kimia flavonoid, fenol dan tannin dengan metode gravimetric, dan spektrofotometer. 	Ekstrak heksana biji alpukat ditemukan senyawa asam lemak. Pada ekstrak aseton biji alpukat ditemukan senyawa kimia paling tinggi yaitu tannin, flavonoid, dan phenol. Pada ekstrak etanol biji alpukat ditemukan senyawa kimia dengan kandungan tertinggi yaitu tannin, flavonoid, alkaloid, dan phenol. Dan pada ekstrak air biji alpukat hanya di temukan dua senyawa kimia yaitu phenol dan tannin.

Author	Metode	Hasil
Cardoso PF, JA Scarpassa, LG Pretto- Giordano, ES Otaguiri, SF Yamada-Ogatta, G Nakazato, MRE Perugini, IC Moreira, GT Vilas-Boas.(2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi. • Uji aktivitas antimikroba dengan metode difusi cakram 	Pada ekstrak etanol maupun diklorometana biji alpukat positif memiliki aktivitas antimikroba pada bakteri <i>Streptococcus agalactiane</i> namun memiliki spectrum yang rendah. Ekstrak etanol biji alpukat daya hambat 7mm-9,5mm, sedangkan pada ekstrak diklorometana memiliki daya hambat rata-rata 10.93mm. Hasil yang rendah tersebut disebabkan konsentrasi ekstrak yang rendah dan terdapat pengenceran.
Oludare Temitope Osuntokun, Akinola MO, Aladejana OM, and Ogunlade AO. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut n-heksana. • Uji antibakteri dengan difusi cakram • Uji kandungan senyawa kimia 	Minyak atsiri yang didapat dari batang dan biji alpukat memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri patogen dengan kategori antibakteri yang kuat. Khususnya pada bakteri <i>E.coli</i> dengan luas daya hambat rata rata 12,0 mm dan pada bakteri <i>S.aureus</i> dengan luas daya hambat rata rata 14,0 mm. Kemampuan antibakteri pada batang dan biji alpukat dikarenakan senyawa fitokimia berupa fenol, saponin, steroid, flavonoid, alkaloid dan glikosida.
Daieni A.V.A, Giovanni A.B.H, Alessandra M.D, Sergio Luiz Colucci de Carvalho, Caroline Mariana de Aguiar, Clayton A.M, Tatiana S.T, and Solange M.C. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan metode maserasi pelarut etanol. • Uji antioksidan. • Uji antibakteri dengan <i>Minimum Inhibitory Concentration</i> dan <i>Minimum Bactericidal Concentration</i>. • Uji toksisitas 	Antioksidan tertinggi dimiliki oleh ekstrak etanol kulit, biji, dan pulp alpukat Quintal. Kemampuan antibakteria paling kuat dimiliki oleh ekstrak etanol biji alpukat semua varian pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> . Dan pada uji toksisitas pada semua ekstrak etanol biji, kulit, dan pulp alpukat tidak menunjukkan adanya aktivitas toksisitas sehingga hasil dapat dimanfaatkan sebagai pengawet dalam makanan, obat obatan, kecantikan, dan sebagainya.
Justiana Y. Talabi, Olukemi A. Osukoya, O.O.Ajayi, and G.O. Adegoke. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Uji kandungan air dengan aliquidot. • Uji vitamin • Uji kandungan antinutrisi 	Perendaman biji alpukat di dalam air selama 24 jam sangat berpengaruh terhadap kadar vitamin C yang akan menurun sebanyak 81%. Sedangkan pada perlakuan merebus biji alpukat sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar antinutrisi tannin, asam fitat, alkaloid, saponin, dan oksalat sebesar 75%, 53%, 79%, 21% dan 32%.
Yu Ge, Xiongyuan Si, Jianqui Cao, Zhaoxi Zhou, Wenlin Wang, and Weihong Ma. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan metode maserasi pelarut etanol 50%. • Uji kandungan senyawa bioaktif menggunakan spektrophotometrical Shimadzu UV-1800. • Analisis data SPSS. 	Alpukat varietas RN-7 dan RN-8 tidak memiliki perbedaan karakteristik yang signifikan. Pada pulp buah alpukat pada kedua varietas memiliki kelembapan, kandungan lemak, dan protein yang tinggi. Sedangkan pada biji alpukat pada kedua varietas memiliki kandungan gula terlarut, natrium, kalsium, dan seng yang tinggi. Kandungan bioaktif pada biji memiliki kandungan phenol, flavonoid, dan tannin yang lebih tinggi dibandingkan bagian pulp alpukat.
Chidube A. Alagbaoso, Ome S. Osakawe, and Iranlowo I. Tokunbo. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut methanol. • Uji proksimat dengan • Uji fitokimia dengan spektrophotometric 	Uji proksimat biji alpukat mentah memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sedangkan dalam kondisi mentah memiliki kandungan lemak yang tinggi. Hasil uji fitokimia pada biji alpukat matang memiliki kandungan alkaloid, saponin, dan steroid yang tinggi sedangkan pada biji alpukat mentah memiliki kandungan flavonoid yang tinggi
Odo J.U, Offor C.E, Obiudu I,K, and Udeozor P.A. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan masersi pelarut etanol • Uji fitokimia • Uji proksimat • Uji kandungan mineral 	Daun alpukat mengandung senyawa terpenoid, flavonoid, dan glikosida yang tinggi. Pada biji alpukat memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, sedangkan pada daun memiliki kandungan protein yang tinggi. Pada biji alpukat memiliki kandungan mineral Fe dan Zn yang tinggi.

Author	Metode	Hasil
Aloisius M. Kopon, Anselmus B. Baunsele, dan Erly G. Boelan (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut methanol • Uji senyawa metabolit sekunder • Uji gugus ikatan dengan FT-IR 	Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada biji alpukat yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, triterpenoid, dan steroid yang dibuktikan dengan ditemukannya gugus ikatan OH, CH, C=C, dan C-O
Anthony Cemaluk C Egebuonu, Immaculate C Opara, Chimaraoke Onyeabe, and Nancy O Uchenna (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut etanol 90%. • Uji alkaloid, saponin dengan metode Harbone, • Tannin dengan Folin-Dennis colorimetric. • Uji antimikroba dengan difusi cakram 	Serbuk biji alpukat tidak baik jika disimpan terlalu lama dikarenakan memiliki kadar air yang tinggi dan lebih mudah menyerap air. Kandungan anti-nutrient biji alpukat yaitu saponin yang paling tinggi, alkaloids, flavonoids, tannins, cyanogenic glycosides, dan phenols. Aktivitas antimikroba termasuk dalam kategori kuat (dengan daya hambat 11-20 mm) pada <i>P.mirabilis</i> , <i>S. aureus</i> , dan <i>Paeruginosa</i> . Dan memiliki antijamur pada jamur <i>Candida albican</i> (32±0.14).
Omokaro Obire, and Solomon Ikechi Ogbonna. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Bakteri diisolasi dari makanan kemasan dengan metode spread plate. • Uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram dan KMH 	Hasil penelitian pada isolasi bakteri ditemukan bakteri patogen <i>S.aureus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> dan <i>Klebsiella</i> sp. Ekstrak etanol biji <i>Garcinia kola</i> (Bitter kola) memiliki daya hambat tertinggi pada <i>S.aureus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> (16mm). Ekstrak biji <i>Cola nitida</i> (kacang kola) memiliki daya hambat tertinggi pada <i>Enterobacter aerogenes</i> (15mm). Ekstrak etanol biji alpukat memiliki daya hambat seluas 14mm pada semua bakteri patogen. Ekstrak etanol semua biji menghasilkan daya hambat kategori kuat (11-20 mm)
Nadya Syafa'ahl, Rani Rubiyanti, Nur Aji. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan metode maserasi dengan pelarut etil asetat dan n-heksana • Uji kandungan senyawa kimia 	Hasil penelitian bobot rendeman akan semakin tinggi pada perbandingan dengan pelarut etil asetat yang tinggi pula yaitu 9:1 menghasilkan bobot rendeman 6,267%. Dikarenakan pada biji alpukat memiliki kandungan semi polar yang tinggi. Pada biji alpukat terkandung senyawa kimia flavonoid dan alkaloid.
Chumiati Nur Arifah, Chairul Saleh dan Erwin. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi biji dengan maserasi pelarut etanol 96%. • Uji senyawa metabolit sekunder dengan Spektroskopi UV-Vis. 	Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak biji alpukat yaitu tannin, flavonoid dan antosianin. Stabilitas zat warna dipengaruhi oleh suhu, pH, dan lama penyimpanan. Kondisi yang baik yaitu disimpan tidak lebih dari 1 hari pada suhu 40°C dengan kondisi pH 3.
Kiki Feliana, Sri Mursiti, dan Harjono. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut n-heksana • Alisis isolat menggunakan FT-IR dan spektrofotometer UV-Vis 	Hasil penelitian ekstrak biji alpukat mengandung senyawa flavonoid dengan golongan flavon, gugus hidroksi pada atom C-7 dan gugus fungsi OH, C=O, C=CC, C-H alifatik, dan C-H aromatik. Senyawa flavonoid yang ditemukan dapat digunakan sebagai antibakteri, antiinflamasi, dan antibiotik.
Vivekananda Vinsensius Benger, B. Boy Rahardjo Sidharta, F. Sinung Pranata. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi • Uji antibakteri dengan difusi cakram 	Hasil penelitian ekstrak etanol biji alpukat memiliki daya hambat terluas pada <i>Bacillus cereus</i> (4,1900cm). Ekstrak etil asetat biji alpukat memiliki daya hambat terluas pada <i>Vibrio cholera</i> (3,2360cm).

Author	Metode	Hasil
Rini Retnosari, Sutrisno, dan Karim Handoyo. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi dengan maserasi pelarut methanol. • Uji metabolit sekunder • Uji antibakteri dengan metode difusi cakram. 	Ekstrak methanol biji alpukat memiliki daya hambat dengan kategori sedang pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> (rata rata 7,22mm) dan <i>Escherichia coli</i> (rata rata 7,53mm). Aktivitas antibakteri terjadi akibat adanya senyawa metabolit saponin yang terkandung dalam ekstrak methanol biji alpukat.

2. Pembahasan

Studi literatur ini terdiri dari 20 artikel baik nasional maupun internasional. Artikel yang dikutip membahas tentang senyawa antibakteri pada biji alpukat yang berpotensi untuk dijadikan sebagai *hand sanitizer* alami. Artikel yang dimasukkan memiliki pembahasan yang saling berkesinambungan. Dikarenakan sesuai dengan kata kunci seperti fitokimia, antibakteri, *hand sanitizer* alami, dan biji alpukat.

a. *Hand sanitizer* Alami

Hand sanitizer alat pembersih tangan yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja dengan kondisi tangan tanpa kotoran. Pada masa pandemi covid-19 *hand sanitizer* merupakan hal yang wajib dibawa dan sering digunakan. Saat ini *hand sanitizer* alami banyak dikembangkan oleh masyarakat maupun perusahaan besar. Menurut penelitian Ningsih (2017), komposisi dalam pembuatan *hand sanitizer* yaitu zat aktif antibakteri yang terkandung dalam tanaman, gelling agent jika membuat *hand sanitizer* dalam sediaan gel, gliserin sebagai pelembab kulit, dan TEA.

Senyawa antibakteri yang dimiliki tumbuhan yaitu senyawa terpenoid dan flavonoid (Acharya, 2018). Selain itu senyawa saponin, alkaloid, tannin, phenol juga termasuk kedalam senyawa antibakteri (Egebuonu, 2018). Senyawa flavonoid dapat digunakan sebagai antibakteri, antiinflamasi, antibiotic dan obat-obatan lainnya (Mursiti, 2018). Menurut penelitian Jusoh (2019), *hand sanitizer* alami dengan *hand sanitizer* yang beredar di pasaran (komersial) memiliki aktivitas antibakteri yang sama. Dengan zona hambat yang dihasilkan pada bakteri *Streptococcus* sp, dan *Staphylococcus* sp seluas 15mm.

Penggunaan *hand sanitizer* alami memiliki beberapa keuntungan diantaranya aman bagi kulit tidak menimbulkan efek kering dan iritasi, dapat terurai secara alami. Kriteria *hand sanitizer* alami yang baik yaitu bersifat homogen, gel tidak berbau, memiliki pH yang aman bagi kulit 5,29-6,28, memiliki daya sebar yang konsisten dan stabil, dan dapat memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori kuat (Ningsih,2017).

b. Fitokimia Biji Alpukat

Sesuai dengan hasil penelitian berdasarkan beberapa artikel (tabel 1) ditemukan beberapa kandungan fitokimia yang terkandung dalam biji alpukat. Untuk mengetahui senyawa fitokimia yang terkandung dalam biji alpukat awalnya dilakukan ekstraksi dengan maserasi biji dengan larutan pelarut. Dalam melakukan ekstraksi maserasi biji alpukat pada awalnya biji dikeringkan dan digiling menjadi serbuk. Dalam penyimpanannya serbuk biji alpukat tidak baik jika disimpan terlalu lama dikarenakan mengandung kadar air yang tinggi ($13,09 \pm 0,14\%$) dan lebih mudah menyerap air sehingga mudah berjamur atau busuk (Egebuonu, 2018). Ekstrak biji alpukat akan berwarna coklat muda hingga tua. Alat yang biasanya digunakan uji fitokimia yaitu Spektroskopi UV-Vis. Pada alat tersebut juga dapat diketahui kestabilan zat warna yang dihasilkan oleh ekstrak biji alpukat dengan cara melihat hasil absorbansi. Menurut penelitian Arifah (2016), kestabilan warna pada ekstrak biji alpukat sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal. Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi stabilitas zat warna pada ekstrak yaitu, (1) suhu, suhu pemanasan yang baik untuk menjaga stabilitas zat warna yaitu 40°C , jika suhu melebihi maka warna pada ekstrak

akan mengalami pemucatan, (2) pH, pH yang baik yaitu 3, dan (3) lama penyimpanan, lama penyimpanan yang baik tidak lebih dari satu hari. Jenis pelarut yang digunakan berpengaruh

terhadap hasil maserasi. Dalam mengekstrak biji alpukat jenis pelarut yang paling baik digunakan yaitu pelarut methanol dengan jenis pelarut polar.

Tabel 2. Kandungan Fitokimia Ekstrak Biji Alpukat Dengan Berbagai Pelarut

Pelarut	Senyawa Fitokimia							
	Alkaloid	Flavonoid	Tannin	Saponin	Fenol	Steroid	Terpenoid	As.Lemak
Metanol (polar)	√	√	√	√		√	√	
N-Heksana (non-polar)								√
Aseton (non-polar)		√	√					
Etanol (polar)	√	√	√	√	√			

Bagian biji, daun, dan pulp alpukat memiliki nilai kandungan senyawa metabolit yang berbeda. Pada ekstrak etanol bagian biji alpukat memiliki kandungan senyawa metabolit lebih tinggi dibandingkan bagian pulp, dan daun (Yu Ge, 2017 dan Odo, 2018). Terdapat beberapa keadaan yang dapat mempengaruhi kadar senyawa metabolit dalam biji alpukat yaitu kondisi biji, dan perebusan biji. Kondisi biji alpukat yang mentah memiliki kandungan senyawa metabolit flavonoid yang

lebih tinggi sedangkan pada biji alpukat yang mentah memiliki kandungan senyawa metabolit alkaloid, saponin, dan steroid yang tinggi (Alagbaoso, 2017). Menurut penelitian Talabi (2016) perebusan biji dapat menurunkan kadar senyawa metabolit tannin 75%, asam fitat 53%, alkaloid 79%, saponin 21%, dan oksalat 32%. Biji alpukat baik untuk digunakan sebagai obat-obatan, kecantikan, maupun sebagai pengawet makanan dikarenakan tidak memiliki aktivitas toksis (Amando, 2019).

c. Antibakteri Biji Alpukat

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Alpukat Dengan Berbagai Pelarut

Pelarut	Bakteri	Gol. Bakteri	Zona Hambat	Kategori
Etanol	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(-) gram negative	15 mm	Kuat
	<i>Proteus mirabilis</i>	(+) gram positif	23 mm	Sangat kuat
	<i>Staphylococcus aureus</i> (Ege-buonu,2018)	(+) gram positif	16 mm	Kuat
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	(-) gram negative	14 mm	Kuat
	<i>Klebsiella</i> sp (Obire,2017)	(-) gram negative	14 mm	Kuat
	<i>Bacillus cereus</i> (Benger,2016)	(+) gram positif	4,19 mm	Lemah
Etil Asetat	<i>Vibrio cholera</i> (Benger,2016)	(-) gram negative	3,23 mm	Lemah
	<i>Staphylococcus aureus</i>	(+) gram positif	7,22 mm	Sedang
Methanol	<i>Escherichia coli</i> (Retnosari, 2017)	(-) gram negative	7,53 mm	Sedang

Pelarut	Bakteri	Gol. Bakteri	Zona Hambat	Kategori
N-Heksana	<i>Escherichia coli</i>	(-) gram negative	19,0 mm	Kuat
	<i>Klebsiella pneumonia</i>	(-) gram negative	17,0 mm	Kuat
	<i>Proteus mirabilis</i>	(-) gram negative	12,0 mm	Kuat
	<i>Salmonella typhi</i>	(-) gram negative	17,0 mm	Kuat
	<i>Staphylococcus aureus</i>	(+) gram positif	18,0 mm	Kuat
	<i>Bacillus subtilis</i> (Osuntokun, 2017)	(+) gram positif	11,0 mm	Kuat

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa ekstrak biji alpukat menggunakan pelarut polar (Etanol, etil asetat, metanol), maupun pelarut non-polar (N-heksana) memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri Gram Negatif maupun bakteri Gram Positif. Zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak biji alpukat termasuk dalam kategori sedang hingga kuat. Kemampuan antibakteri dikategorikan sedang ketika terdapat zona hambat 5 mm hingga 10 mm sedangkan dikategorikan kuat ketika terdapat zona hambat 10 mm hingga 20 mm. Aktivitas antibakteri pada biji alpukat dikarenakan adanya senyawa fitokimia berupa flavonoid, dan tannin. Flavonoid bekerja dengan menghambat sintesis DNA bakteri sehingga sel bakteri tidak dapat membelah dan mati (Kusuma, 2018). Sedangkan tannin akan merusak membran sitoplasma bakteri (Glio, 2017).

Terdapat faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil aktivitas antibakteri yang dihasilkan yaitu, jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak. Jenis pelarut dapat mempengaruhi karena sesuai dengan pembahasan sebelumnya

pada masing masing pelarut memiliki kandungan senyawa metabolit yang berbeda sehingga dapat berbeda pula efektivitasnya sebagai antibakteri. Sedangkan konsentrasi ekstrak, pada konsentrasi yang rendah dapat mempengaruhi jumlah kandungan senyawa yang ada di dalamnya. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka semakin kuat daya hambat yang dihasilkan (Cardoso, 2016).

Simpulan

Berdasarkan 20 artikel diperoleh kesimpulan bahwa ekstrak biji alpukat berpotensi digunakan sebagai *Hands sanitizer* alami dikarenakan dalam biji alpukat memiliki kandungan fitokimia berupa senyawa asam lemak, flavonoid, tannin, fenol, saponin, alkaloid, steroid, dan terpenoid. Memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri Gram Negatif maupun bakteri Gram Positif dengan zona hambat dalam kategori sedang hingga kuat. Dan pelarut yang paling baik digunakan dalam ekstraksi biji alpukat yaitu pelarut Metanol yang bersifat polar.

Daftar Pustaka

- Acharya, S.B., Ghosh, S., Yadav, G., Sharma, K., Ghosh, S., & Joshi S. (2018). Formulation and Antibacterial Efficiency of water-based herbal Hand sanitizer Gel. *BioRxiv*. 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.1101/373928>
- Alagbaoso, C.A., Osakawe, O.S., Takunbo, I.I. (2017). Changes in Proximate and Phytochemical Composition of *Persea americana* Mill. (Avocado Pear) Seed Associated With Ripening. *Journal of Biomedical Sciences*. 16(1), 26-34. <https://www.ajol.info/index.php/jmbr/article/view/167381>
- Amando, D.A.V., Helman, A.B., Detoni, A.M., Colucci de Carvalho, S.L., Mariana de Aguiar, C., Clayton, A.M., Tatiana, S.T., & Solange, M.C. (2019). Antioxidant and Antibacterial Activity and Preliminary Toxicity Analysis of Four Varieties of Avocado (*Persea americana* Mill.).



- Brazilian Journal Of Food Technology*. 22, 1-11. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04418>
- Arifah, C.N., Saleh, C., & Erwin. (2016). Uji Fitokimia dan Uji Stabilitas Zat Warna Dari Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Atomik*. 1(1), 18-22.
- Benger, V.V., Sidharta, B.B.R., & Pranata, F.S. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap *Bacillus cereus* dan *Vibrio cholerae* Dengan Variasi Pengekstrak. *Journal Sains*. 1-14.
- Cardoso, P.F., Scarpassa, J.A., Pretto-Giordano, L.G., Otaguri, E.S., Yamada-Ogatta, S.F., Nakazato, G., Perugini, M.R.E., Moreira, I.C., & Vilas-Boas, G.T. (2016) . Antibacterial Activity of Avocado Extracts (*Persea americana* Mill.) Againsts *Streptococcus agalactiae*. *International Journal Of Experimental Botany*. 85:218-224.
- Egebuonu, A.C.C., Opara, I.C., Onyeabe, C., & Uchenna, N.O. (2018). Proximate, Fuctional, Antinutrient and Antimicrobial Properties od Avocado Pear (*Persea americana*) Seed. *Journal of Nutritional Health and Food Engineering*. 8(2), 1-5. <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2018.08.00260>
- Feliana, K., Mursiti, S., & Harjono. (2018). Isolasi dan Elusidasi Senyawa Flavonoid dari Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(2), 153-159. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Iskandar, S., Saif, A., Nawas, T. (2018) . Isolation of Potentially Pathogenic Bacteria from Public Service Cars Door Handles. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 1(12), 1154-1159. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.712.142>
- Jusoh, N., Mahabob, E.N.M., Zuklifi, F.Z.A., Rosman, P.S., & Zulkipli, H. (2019). Synergism of Virgin Coconut Oil and Mulberry Leaves Extract as Agent in Free Alcohol Hand Sanitizer. *Kelautan International Learning and Inovation Exhibition*. <http://ir.uitm.edu.my/id/eprint/30322>
- Kopon, A.M., Baunsele, A.B., & Boelan, E.G. (2020) . Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Asal Pulau Timor. *Akta Kimia Indonesia*. 5(1), 43-52. <http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v5i1.6709>
- Kusuma, M.T., & Susilowati, R. (2018). Morphological Characteristic, Nutritional Quality, and Bioactive Constituents in Fruits of Two Avocado (*Persea americana*) Varieties from Hainan Province, China. *Journal of Agricultural Science*. 9(2), 8-12. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v9n2p8>
- Ningsih, D.R., Kartika, Z.D., & Fatoni, A. (2017). Formulation of Hand sanitizer with Antibacterials Substance from N-Hexane Extract of Soursop Leaves (*Annona muricata* Linn.). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 13(1), 1-5. <https://doi.org/10.11113/mjfas.v13n1.527>
- Obire, O., & Ogbonna, S.I. (2017). Antimicrobial Activity of Some Seed Extracts on Bacteria Isolated from Maize Slury (Akamu) in Port Harcourt Mtropolis. *Current Studies In Comparative Education, Science And Technology*. 4(1), 188-202.
- Odo, J.U., Offor, C.E., Obiudu, I.K., & Udeozor, P.A. (2018). Comparative Chemical Analyses od the Leaves and Seed of *Persea americana*. *Idosr Journal Of Biochemistry, Biotechnology And Allied Fields*. 3(2), 52-59.
- Olaniyan, L.W.B., Mkwetshana, N., & Okoh, A.I. (2016). Triclosan in water, implications for human and environmental health. *Springer plus*. 5(1639), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3287-x>

- Osuntokun, O.T., Akinola, M.O., Aladejana, O.M., & Ogunlade, A.O. (2017). Efficacy of Essential Oils from *Persea americana* Stem Bark and Seed Extracts. *Journal of Applied Microbiology and Biochemistry*. 2(2), 1-6. <http://doi.org/10.21767/2576-1412.100012>
- Retnosari, R., Sutrisno., & Handoyo, K. (2017). Aktivitas Antibakteri Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Journal Cis-Trans*. 1(1), 16-21.
- Risan, M.H. (2017). Isolation and Identification of Bacteria from under Fingernails. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(8), 3584-3590. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.430>
- Rivai, H., Putri, Y.T., & Rusdi, R. (2019). Qualitative and Quantitative Analysis of the Chemical Content of Hexane, Acetone, Ethanol and Water Extract from Avocado Seeds (*Persea americana* Mill.). *Scholars International Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2(3), 25-31. <https://doi.org/10.21276/sijtcm.2019.2.3.1>
- Rollando. (2019). *Senyawa Antibakteri Dari Fungi Endofit*. Malang : CV.Seribu Bintang
- Srikartika, P., Suharti, N., & Anas, E. (2016). Kemampuan Daya Hambat Bahan Aktif Beberapa Merek Dagang Hand sanitizer terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 5(3), 540-545. <http://jurnal.fk.unand.ac.id>
- Syafa'ahl, N., Rubiyanti, R., & Aji, N. (2019). Pengaruh Pelarut Campur Etil Asetat Dan N-Heksana Terhadap Rendemen dan Golongan Senyawa Ekstrak Biji Alpukat. *Jurnal Media Informatika*. 16(1), 54-64.
- Talabi, J.Y., Osukoya, O.A., Ajayi, O.O., & Adegoke, G.O. (2016). Nutritional and Antinutritional Compositions of Processed Avocado (*Persea americana* Mill) Seeds. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 6(2), 6-12.
- Vishwanath, R., SelvabaI, A.P., Shanmugam, P. (2019). Detection of bacterial pathogens in the hands of rural school children across different age groups and emphasizing the importance of hand wash. *J PREV MED HYG*. 60(2), 103-108. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2019.60.2.1186>
- Yu Ge., Xiongyuan Si., Jianqui Cao., Zhaoxi Zhou., Wenlin Wang., Weihong Ma. (2017). Morphological Characteristics, Nutritional Quality, and Bioactive Constituents in Fruit of Two Avocado (*Persea americana*) Varieties from Hainan Province, China. *Journal of Agricultural Science*. 9(2), 8-17. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v9n2p8>



KEMAMPUAN FERMENTASI BAL DENGAN SUBSTRAT SUSU KACANG MERAH

Luthfiana Indah Hastuti, Endah Retnaningrum

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknika Selatan, Senolowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

*Email : endahr@ugm.ac.id

Papar submit: 19 September 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-*Kandungan oligosakarida yang terdapat pada kacang merah merupakan komponen makanan yang harus diuraikan. Salah satu mikroorganisme yang dapat menguraikan adalah kelompok Bakteri Asam Laktat. Penguraian oligosakarida dengan bantuan Bakteri Asam Laktat dapat dilakukan di dalam proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas BAL *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NBRC 12007 dalam proses fermentasi sari kacang merah dan mengamati perbedaan kualitas dengan fermentasi susu sapi UHT dengan bakteri starter yang sama. Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NBRC 12007 ditambahkan 3% kedalam substrat sari kacang merah dan susu sapi UHT. Fermentasi dilakukan selama 24 jam dengan suhu 37°C. Hasil menunjukkan bahwa nilai total sel, total asam, total protein, pH, antibakteri dan fisikawi jauh lebih baik dan meningkatkan kualitas produk fermentasi substrat sari kacang merah dibandingkan dengan fermentasi dengan substrat susu sapi UHT.*

Kata kunci: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* , Kacang Merah, Fermentasi, Asam Laktat

Pendahuluan

Kebutuhan pangan setiap tahun selalu meningkat. Namun, kebutuhan ini tidak diimbangi oleh ketersediaan pangan yang ada. Kualitas pangan terutama kandungan gizi yang masih tersediapun masih dibawah standar. Salah satu penyebab pangan kurang tersedia karena pangan kurang bertahan lama sehingga pangan menjadi mudah busuk.

Kacang merah merupakan salah satu komoditas pangan yang kebutuhan minat konsumen yang cukup tinggi. Kandungan protein yang cukup tinggi ini menjadikan kacang merah sebagai alternatif sumber protein. α -galaktosida dari oligosakarida pada kacang merah menjadi faktor antinutrisi sehingga perlu dilakukan pemasakan, perendaman atau fermentasi untuk menguraikan senyawa tersebut sehingga dapat meningkatkan nutrisi dari kacang merah (Han & Baik, 2006).

Fermentasi merupakan salah satu pengolahan pangan yang dapat mengubah makanan menjadi lebih awet. Citarasa, aroma serta kandungan gizi dalam makanan menjadi meningkat jika melalui proses fermentasi (Famworth, 2008). Fermentasi dalam prosesnya membutuhkan mikroorganisme untuk mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dalam substrat dengan bantuan enzim pada mikroorganisme tersebut (Jay, Loessner, & Golden, 2005). Salah satu kelompok mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi adalah Bakteri Asam Laktat. BAL telah diamati pada berbagai jenis makanan tradisional salah satunya adalah fermentasi chao chao, dadih soya (Nurhikmayani, Daryono, & Retnaningrum, 2019; Retnaningrum, Yossi, Nur'azizah, Sapalina & Kulla, 2020). Bakteri ini mampu menghasilkan produk utama berupa asam laktat serta produk lainnya sejumlah etanol, asam asetat dan lain-lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas bakteri asam laktat dalam proses fermentasi sari kacang merah serta mengetahui pengaruh penambahan bakteri asam laktat terhadap nilai gizi produk fermentasi.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2019 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Isolat BAL yang digunakan yaitu *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NBRC 12007 didapatkan dari Laboratorium Bioteknologi, Pascasarjana UGM. Pada uji total asam, total protein, pH, total sel BAL dan fisikawi dilakukan setiap 6 jam sekali selama 24 jam. Pada uji antibakteri dan organoleptik diambil pada saat fermentasi ke 24 jam. Penelitian dilakukan dengan melalui beberapa tahap :

1. Persiapan Produk Fermentasi

a. Persiapan Kultur Starter

Isolat *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NBRC 12007 ditumbuhkan pada medium MRSA selama 48 jam dengan suhu 37°C. Isolat diinokulasikan ke dalam aquades steril dan digojog hingga homogen. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam susu sapi UHT yang sudah dipasteurisasi dan diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 37°C. Dilakukan perhitungan jumlah koloni dengan metode *total plate count*. Jumlah BAL yang sudah mencapai 10⁶ ml siap digunakan sebagai starter (Tamime & Robinson, 2000).

b. Pembuatan Sari Kacang Merah

Kacang merah direndam dalam air dengan perbandingan 4:1 selama 8 jam. Lalu direbus selama 10 menit. Kacang merah digiling dengan blender dan ditambahkan air dengan perbandingan 8 : 1. Bubur encer disaring dengan kain tipis dan filtratnya diambil (Kunaepah, 2008).

c. Pembuatan Produk Fermentasi

Sari kacang merah dan susu sapi yang sudah dipasteurisasi ditambahkan gula 5%, susu skim 5% dan gelatin 1%. Selanjutnya dituangkan starter 3% ke dalam substrat yang akan difermentasi dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C.

2. Uji Kualitatif Produk Fermentasi

a. Uji Organoleptik Produk Fermentasi

Uji ini dilakukan oleh 10 orang panelis yang dipilih secara acak dari Mahasiswa Fakultas Biologi UGM. Parameter yang digunakan dari segi rasa, warna, aroma, tekstur, dan keseluruhan sampel dan panelis diminta untuk mengisi lembar kuesioner yang telah disajikan (Chang, Kim, & Han, 2010).

3. Uji Kuantitatif Produk Fermentasi

a. Uji Total Asam

Sampel 10 ml dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan akuades. 5 mL sampel yang sudah diencerkan dipindahkan ke dalam erlenmeyer 100 mL dan ditambahkan 2 tetes fenolftalein 1%. Titrasi dilakukan dengan menggunakan NaOH 0,1 N. Hasil yang didapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Total asam tertitrasi} = \frac{\text{ml } 0,1 \text{ N NaOH} \times 0,009 \times \text{FP}}{\text{ml sampel}}$$

b. Uji Total Protein

Sampel diambil sebanyak 8 µL dan dimasukkan ke dalam mikroplate dengan tiga kali ulangan. Kemudian dimasukkan reagen bradford sebanyak 100 µL. Selanjutnya dimasukkan ke ELISA reader dengan panjang gelombang 595 nm (Mufidah, Wibowo, & Subekti, 2015).

c. Uji pH

Uji pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter.

d. Uji Antibakteri

Uji antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi agar. Bakteri patogen yang digunakan adalah *Escherichia coli*. Kultur *E.coli* diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke cawan petri. Selanjutnya dituangkan medium NA ditunggu hingga padat. Kemudian dibuat sumuran dan dimasukkan sampel sebanyak 60 µL. Lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

e. Uji Total Sel BAL

Uji ini dilakukan dengan metode Total Plate Count yang ditumbuhkan pada medium MRSA. Sampel diencerkan hingga 10⁸. Pengenceran 10⁶ hingga 10⁸ masing-masing diambil sebanyak 1ml dan tuangkan kedalam cawan petri. Kemudian ditambahkan medium MRSA dan diinkubasi pada 37°C selama 48 jam (Fardiaz, 1993).

f. Uji Fisikawi

Sampel diambil sebanyak 10gram dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C dan ditunggu hingga berat mencapai konstan. Hasil yang didapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Persentase Kadar Air (wt/wt) =

$$\frac{\text{Berat kering} - \text{Berat basah}}{\text{Berat sampel basah}} \times 100\%$$

- Persentase total padatan (wt/wt) =

$$\frac{\text{berat kering sampel} \times 100\%}{\text{Berat basah sampel}}$$

(Nielsen, 2014)

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Uji Organoleptik

Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas diantara beberapa produk dan memberikan besarnya perbedaan berdasarkan penilaian terhadap sifat tertentu dari suatu produk.

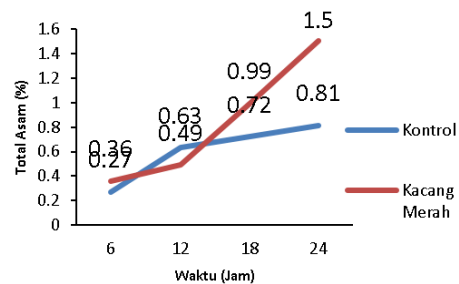
Tabel 1. Uji Organoleptik Produk Fermentasi Sari Kacang Merah dan Kontrol (Susu Sapi UHT)

Parameter	Produk	
	Sari kacang merah	Kontrol
Rasa	3.7	2.8
Aroma	3.2	3.6
Tekstur	2.7	3.2
Warna	3.3	3.4
Keseluruhan	2.9	3.1

Dari hasil yang di dapat produk fermentasi substrat kacang merah memiliki rasa yang lebih asam dibandingkan dengan kontrol. Produk fermentasi sari kacang merah jauh lebih encer, beraroma lebih asam dibandingkan dengan kontrol. Aroma yang terbentuk karena BAL menghasilkan produk gugus karbonil seperti asetaldehit, aston dan diasetil sehingga membentuk rasa/aroma yang khas (Yildiz, 2010). Rasa asam yang terbentuk merupakan hasil produk utama dari fermentasi oleh BAL. Perbedaan warna diakibatkan karena produk asal (substrat) yang berbeda, sehingga menghasilkan warna akhir yang berbeda.

2. Uji Total Asam

Fermentasi dengan starter BAL akan menghasilkan produk utama yaitu berupa asam. Uji ini bertujuan untuk menghitung kadar asam yang dihasilkan mikroorganisme pada produk fermentasi dengan substrat yang berbeda.



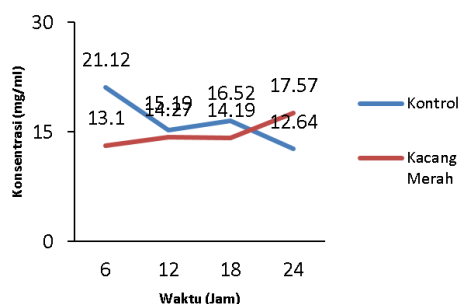
Gambar 1. Total Asam Fermentasi Sari Kacang Merah dan Susu Sapi (Kontrol) Selama 24 jam

Total asam dengan substrat sari kacang merah dan susu sapi UHT mengalami peningkatan setelah dilakukan fermentasi selama 24 jam (Gambar 1). Namun Kadar asam pada substrat sari kacang merah jauh lebih tinggi pada jam ke 24. Hal ini membuktikan bahwa *L. lactis* menghasilkan asam selama proses fermentasi. Asam piruvat akan terbentuk dari hasil pemecahan dari glukosa melalui jalur EMP (Embden-Meyerhof-Parnas) (Gänzle, 2015). Selanjutnya fermentasi asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat (Fardiaz, 1987).

3. Uji Total Protein

Metode yang digunakan pada uji adalah metode uji bradford. Metode ini menggunakan

readgen bradford yang melibatkan warna *Coomassie Brilliant Blue* (CBB) yang akan berikatan dengan protein.

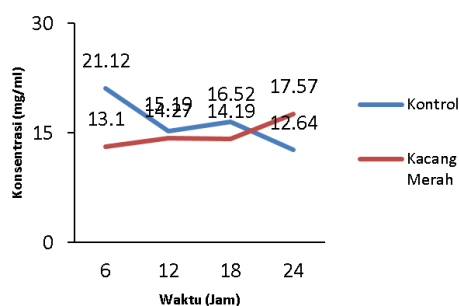


Gambar 2. Total Protein Fermentasi Susu Sapi (kontrol) dan Kacang Merah Selama 24 jam

Produk fermentasi substrat sari kacang mengalami kenaikan protein (Gambar 2). Hal ini diduga, mikroorganisme mengalami kenaikan jumlah sehingga enzim protease yang dihasilkan semakin tinggi dan kadar protein mengalami degradasi oleh enzim-enzim protease yang dihasilkan oleh *L. lactis* (Granito, Michel, Frias, Champ, & Guerra, 2005). Pada produk fermentasi substrat susu UHT mengalami penurunan kadar protein, hal ini mungkin karena protein pada susu digunakan bakteri sebagai nutrisi sehingga produksi protease tidak seimbang dengan protein untuk nutrisi bakteri.

4. Uji pH

pH menunjukkan total asam pada suatu sampel. Semakin tinggi total asam maka pH yang didapat semakin rendah <7. Uji pH ini berkaitan dengan uji total asam.



Gambar 3. pH fermentasi sari kacang merah dan susu sapi (Kontrol) Selama 24 jam.

Dapat dilihat pada gambar 3., diketahui bahwa pH pada kedua substrat ini mengalami penurunan. Namun, pada substrat sari kacang merah memiliki pH yang jauh lebih asam dibandingkan dengan kontrol.

Semakin lama fermentasi, maka asam laktat yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini karena jumlah mikroorganisme mengalami peningkatan sehingga dapat menghasilkan asam jauh lebih tinggi. Kadar pH mempengaruhi aktivitas metabolisme pada bakteri. *L. lactis* lebih aktif bermetabolisme pada keadaan lingkungan yang asam.

5. Uji Antibakteri

Produk fermentasi jika ingin dikonsumsi perlu adanya uji antibakteri. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan produk dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. *E. coli* dianggap sebagai bakteri patogen karena dalam menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan.

Tabel 2. Diameter antibakteri susu sapi dan sari kacang merah

Diameter Zona Bening (mm)	
Kontrol	Kacang merah
16.7	22.5

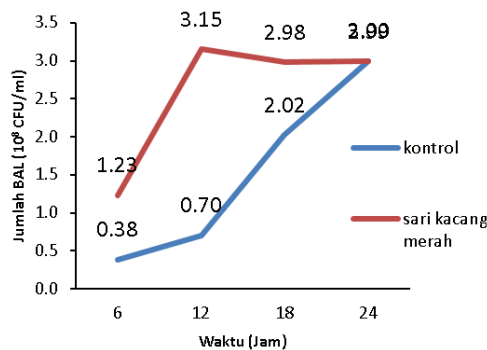
Berdasarkan Indu, Hatha, Abirosh, Harsha, & Vivekanandan, (2006), aktivitas kriteria zona hambat dapat diukur dengan ukuran diameter yang terbentuk >16 mm maka aktivitas hambatan cukup tinggi, sedangkan pada diameter 12-16 mm aktivitas sedang dan jika berdiameter <12 mm aktivitas rendah. Produk fermentasi sari kacang merah dan susu sapi UHT yang telah diuji dapat dikategorikan sebagai aktivitas zona hambat yang tinggi. Jika dibandingkan kedua substrat ini, sari kacang merah cenderung lebih tinggi daya hambat dibandingkan dengan susu sapi UHT. Hal ini karena kandungan karbohidrat jauh lebih tinggi pada sari kacang merah sehingga hidrolisis karbohidrat jauh lebih tinggi dan menghasilkan asam yang cukup

tinggi. Asam yang tinggi akan memberikan pH yang rendah sehingga aktivitas antibakteri menjadi jauh lebih tinggi (Wijaningsih, 2008).

6. Uji Total Sel BAL

L. lactis merupakan salah satu kelompok bakteri asam laktat. Bakteri ini merupakan termasuk homofermentatif. *L. lactis* sendiri dapat hidup pada pH optimum sekitar 6,3-6,9 dan memiliki batas pertumbuhan terendah pH sekitar 4 sampai 5 (Sánchez *et al.*, 2008).

Pada proses fermentasi, bakteri asam laktat pada umumnya memanfaatkan karbohidrat seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa sebagai sumber nutrisi utama. Kacang merah termasuk kedalam bahan pangan nabati yang umumnya mengandung maltosa dan fruktosa yang disukai oleh bakteri asam laktat yang akan digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan (Kurniasih & Rosahdi, 2013).



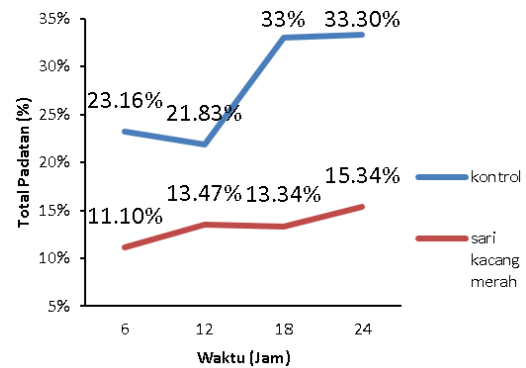
Gambar 4. Hasil TPC BAL (*Lactococcus lactis*) selama 24 Jam

Sari kacang merah maupun susu sapi (Kontrol) mengalami kenaikan total sel BAL (Gambar 4). Namun, pada sari kacang merah sudah mengalami kenaikan pada jam ke 12 lalu mengalami fase stationer hingga jam ke 24. Sebaliknya, pada kontrol (susu sapi) mengalami kenaikan total sel bal terus menerus dari jam ke 0 hingga ke 24. Hal ini karena bakteri pada fase log.

7. Uji Fisikawi

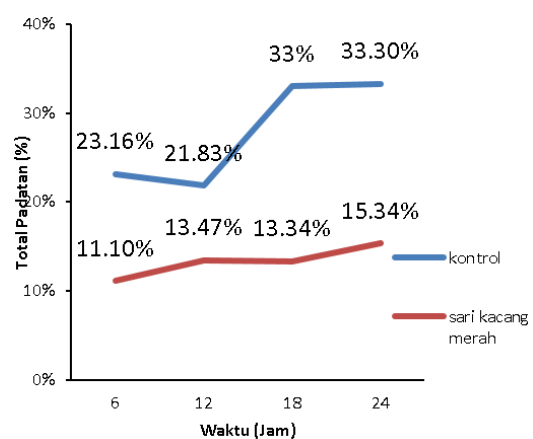
Uji Fisikawi terdiri dari kadar air dan total padatan. Kadar air dalam bahan pangan sangat

mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari bahan pangan tersebut.



Gambar 5. Hasil Total Kadar Air Produk Fermentasi Susu Sapi (Kontrol) dan Sari Kacang Merah Selama 24 jam

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa kadar air pada sari kacang merah jauh lebih tinggi di banding dengan kontrol. Sari kacang merah dan kontrol dari 6 jam hingga 24 jam terus menurun. Hal ini dikarenakan pada kontrol cenderung jauh lebih kental dibanding dengan sari kacang merah. Pembuatan sari kacang merah dilakukan penambahan air sebanyak 8 kali berat biji kacang merah, sehingga kadar air jauh lebih tinggi di banding kontrol. Zhao, Feng, Ren, & Xueying (2018), yoghurt susu sapi memiliki kandungan air yang jauh lebih rendah karena tidak ada penambahan air pada saat pengolahan.



Gambar 6. Total padatan fermentasi sari kacang merah dan susu sapi (Kontrol) Selama 24 jam

Hasil total padatan pada kontrol maupun sari kacang merah mengalami kenaikan (Gambar

6). Namun, pada sari kacang merah memiliki total padatan yang jauh lebih rendah dibanding dengan kontrol. Hal ini karena fermentasi pada kedua substrat ini menghasilkan kekentalan yang berbeda-beda. Pada kontrol jauh lebih kental dan sudah terbentuk padatan, sedangkan pada sari kacang merah tidak terbentuk padatan namun semakin kental dari sebelum fermentasi.

Simpulan

Lactococcus lactis subsp. *Lactis* NBRC 12007 memiliki efektivitas yang baik dalam menghasilkan dan meningkatkan produk fermentasi pada substrat sari kacang merah di banding dengan fermentasi dengan substrat susu sapi UHT. Namun, dari segi kualitas kurang baik dibandingkan dengan susu sapi UHT.

Daftar Pustaka

- Chang, S. Y., Kim, D. H., & Han, M. J. (2010). Physicochemical and sensory characteristics of soy yogurt fermented with *Bifidobacterium brewe* K-110, *Streptococcus thermophils* 3781, or *Lactobacillus acidophilus* Q509011. *Food Science and Biotechnology*, 19(1), 107–113.
- Famworth, E. R. (2008). *Handbook of fermented functional foods 2nd ed.* Boca Raton: CRC Press.
- Fardiaz, S. (1987). *Penuntun Praktek: Mikrobiologi Pangan.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. (1993). *Mirobiologi Pangan.* Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*. 2,106-117. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.03.001>
- Granito, M., Michel, C., Frias, J., Champ, M., & Guerra, M. (2005). Fermented *Phaseolus vulgaris* : acceptability and intestinal effects. *European Food Research and Technology*, 220, 182–186.
- Han, I. H., & Baik, B. K. (2006). Oligosaccharide content and composition of legumes and their reduction by soaking, cooking, ultrasound and high hydrostatic pressure. *Cereal Chemistry*, 93(4), 428–433.
- Indu, M. N., Hatha, A. A. M., Abirosh, C., Harsha, U., & Vivekanandan, G. (2006). Antimicrobial activity of some of the South-Indian spices against serotypes of *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria Monocytogenes* and *Aeromonas Hydrophila*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37(2), 153–158. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000200011>
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology 7th ed.* New York: Springer science.
- Kunaepah, U. (2008). *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah* (Universitas Diponegoro). Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/17580/>
- Kurniasih, N., & Rosahdi, T. D. (2013). Perbandingan Efektivitas Sari Kacang Merah dan Kacang Hijau sebagai Media Pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus*. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir*, 212–216.
- Mufidah, T., Wibowo, H., & Subekti, D. T. (2015). Pengembangan Metode Elisa dan Teknik Deteksi Cepat dengan Imunostik Terhadap Antibodi Anti *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Mas (*Cyprinid carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(4), 553. <https://doi.org/10.15578/jra.10.4.2015.553-565>
- Nielsen, S. (2014). *Food Analysis.* Berlin: Springer science.
- Nurhikmayani, R., Daryono, B.S., Retnaningrum, E. (2019). Isolation and molecular identification

- of antimicrobial-producing Lactic Acid Bacteria from chao, South Sulawesi (Indonesia) fermented fish product. *Biodiversitas*, 20 (4), 1063-1068. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200418>
- Retnaningrum, E., Yossi, T., Nurazizah, R., Sapalina, F., Kulla, P. D. K. (2020). Characterization of a bacteriocin as biopreservative synthesized by indigenous lactic acid bacteria from dadih soya traditional product used in West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 21 (9), 4192-4198. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210933>
- Sánchez, C., Neves, A. R., Cavalheiro, J., Dos Santos, M. M., García-Quintáns, N., López, P., & Santos, H. (2008). Contribution of citrate metabolism to the growth of *Lactococcus lactis* CRL264 at low pH. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(4), 1136–1144. <https://doi.org/10.1128/AEM.01061-07>
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2000). *Yoghurt: Science and technology 2nd Ed* (2nd ed.). Boston: CRC Press.
- Wijaningsih, W. (2008). Aktivitas Antibakteri in Vitro dan Sifat Kimia Kefir Susu Kacang Hijau (*Vigna radiata*) oleh Pengaruh Jumlah Starter dan Lama Fermentasi Semarang. 1–128.
- Yildiz, F. (2010). *Development and Manufacture of yogurt and other Functional Dairy Product*. New York: CRC Press.
- Zhao, L., Feng, R., Ren, F., Xueying, M. (2018). Addition of buttermilk improves the flavor and volatile compound profiles of low-fat yogurt. *LWT -Food Science and Technology*. 98, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.029>

PENGARUH PENANGANAN SAMPAH DENGAN SISTEM PENGOMPOSAN TERHADAP BEBAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR SAMPAH

Rahmawati Yustikarini^{1*}, Prabang Setyono², Wiryanto³

¹Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126, Jawa Tengah, Indonesia

^{2,3}Dosen Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126, Jawa Tengah, Indonesia

*Email: ririen.yustika@gmail.com

Paper Submit: 23 Agustus 2017, Paper publish: September 2020

Abstrak-Keterbatasan lahan TPA merupakan masalah penting di Kabupaten Magetan yang harus diselesaikan mengingat semakin sulitnya mendapatkan lahan yang baru. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk maka timbul sampah yang masuk TPA Milangasri pun semakin bertambah sehingga akan semakin memperpendek umur TPA. Dengan ditetapkannya Peraturan Daerah No. 1 Tahun 2016 tentang Pengolahan Sampah Organik dengan Sistem Pengomposan maka apabila bisa diterapkan secara optimal akan mengurangi jumlah sampah yang masuk ke TPA. Komposisi sampah Kota Magetan 52,59 % terdiri dari sampah organik yang terbagi ke dalam sampah organik basah 34,73 % dan organik kering 17,86 %. Dengan tingginya jumlah sampah organik maka akan memberi peluang untuk dapat dilakukan pengomposan. Pada penelitian ini saat tidak dilakukan pengomposan maka pada Tahun 2025 volume sampah terkompaksi atau beban landfill sebesar 129.030,57 m³ dan luas lahan TPA yang dibutuhkan sebesar 16.129 m². Saat dilakukan pengomposan maka beban landfill berkurang menjadi 83.869,87 m³ dan luas lahan TPA yang dibutuhkan adalah 10.484 m². Pengaruh sistem pengomposan bisa mengurangi beban TPA sehingga lahan yang dibutuhkan lebih sedikit dan dapat membuat umur TPA menjadi lebih lama.

Kata kunci: Sampah, Komposisi, Pengomposan, TPA.

Pendahuluan

Kabupaten Magetan terdiri dari 18 Kecamatan dengan luas wilayah 688,85 Km² dan jumlah penduduknya adalah 677.703 orang. Area pelayanan persampahan masih sebatas wilayah perkotaan dengan jumlah penduduk 45.391 orang (Bappeda, 2016). Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk maka akan semakin meningkat timbul sampah yang dihasilkan sehingga mengakibatkan laju timbul sampah yang masuk ke TPA pun semakin meningkat. Saat pengelolaan persampahan masih menggunakan sistem *end of pipe* maka kebutuhan lahan TPA akan semakin meningkat. Dari area pelayanan persampahan, timbul sampah yang masuk ke TPA Milangasri saat ini sebesar 125 m³/hari (Dinas Lingkungan Hidup, 2017).

Salah satu permasalahan di dalam pengelolaan persampahan di Kabupaten Magetan adalah keterbatasan lahan untuk Tempat Pemrosesan Akhir. Langkah yang dilakukan Pemerintah Daerah melalui pemberdayaan masyarakat dalam penanganan sampah secara umum belum mampu mengurangi timbul sampah ke TPA. Permasalahan sampah menjadi lebih kompleks karena pemerintah belum mengoptimalkan proses pengolahan sampah di TPA dengan pemanfaatan teknologi persampahan sehingga umur TPA menjadi lebih pendek. Seiring dengan perkembangan Kabupaten Magetan, keberadaan sampah harus ditangani secara serius karena apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan dan pencemaran lingkungan yaitu tanah, air dan udara. Pengelolaan sampah menggunakan

metode pendekatan yang menitikberatkan pada pengelolaan sampah ketika sampah tersebut dihasilkan yaitu berupa pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) akan semakin memberikan beban yang berat kepada TPA mengingat luas lahan yang semakin terbatas.

Lahan TPA Milangasri yang dibangun tahun 1997 seluas 2,5 Ha sudah *overload* sehingga dibuka TPA baru seluas 1,6 Ha pada Tahun 2011 dan saat ini kondisi luas TPA tinggal 5500 m² yang diperkirakan akan habis pada tahun 2019 sementara lahan TPA lanjutan hingga saat ini belum juga diperoleh. Untuk itu diperlukan upaya optimalisasi penggunaan TPA dalam rangka mengamankan lingkungan dari pencemaran dan memperpanjang masa pakai TPA. Permasalahan perkotaan yang sangat masif adalah permasalahan sampah mengingat dampak dari sampah tersebut sangat kompleks mulai dari estetika, kesehatan, etika hingga kerugian ekonomi dan lingkungan yang berujung pada bencana lingkungan (Setiyono, 2015). Hal ini yang menunjukkan bahwa pengelolaan sampah harus dilakukan perencanaan mulai dari sumber hingga pengelolaan akhir untuk mendukung upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Dalam hal ini pengelolaan sampah menyangkut azas tanggung jawab pemerintah dalam melestarikan dan menciptakan keberlanjutan untuk mencapai keserasian dan keseimbangan ekosistem.

Menurut Tchobanoglous, et.al. (1993) sampah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan kembali. Sampah dapat menimbulkan pencemaran tanah, air dan udara. Sampah yang sukar membusuk akan mengakibatkan pencemaran tanah, sedangkan sampah yang dibakar akan menghasilkan gas-gas yang dapat mencemari udara dan air rembesan hasil pembusukan sampah akan menyebabkan pencemaran air. Salim (2010) mengatakan bahwa permasalahan sampah merupakan masalah umum yang dikarenakan pertambahan penduduk yang diikuti oleh proses urbanisasi

dan perubahan pola konsumsi dari bahan alami ke bahan buatan manusia dan teknologi. Seiring dengan perkembangan Kabupaten Magetan, keberadaan sampah harus ditangani secara serius karena apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan dan pencemaran lingkungan yaitu tanah, air dan udara. Paradigma pengelolaan sampah yaitu kumpul-angkut-buang hanya akan menambah beban TPA. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan teknologi pengelolaan sampah. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup bahwa rata-rata komposisi sampah terbesar di Indonesia adalah sampah organik sebesar 60%. Sampah organik basah dapat dijadikan sumber daya sebagai pupuk kompos melalui teknologi pengomposan. Sedangkan organik kering seperti kertas, kayu dan anorganik seperti plastik, kaca, besi dapat dimanfaatkan kembali melalui mekanisme 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*)

Undang-undang No. 18 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Sampah mengamanahkan proses pengelolaan sampah tuntas dari sumbernya hingga Tempat Pemrosesan Akhir. Undang-undang tersebut didukung dengan turunnya Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 yang didalamnya mengatur aspek teknis pengelolaan sampah di TPA dan implementasi pelaksanaannya diatur di dalam Peraturan Menteri. Pemerintah Kabupaten Magetan telah menerbitkan Peraturan Daerah Kabupaten Magetan Nomor 1 Tahun 2016 tentang Pengolahan Sampah Organik dengan sistem pengomposan. Dengan implementasi perda ini diharapkan penerapan teknologi pengomposan akan mampu mereduksi sampah pada Tempat Pemrosesan Akhir serta mendorong pemerintah daerah dan segenap masyarakat dalam melakukan proses pengomposan, sehingga sampah organik dapat diubah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi.

Berdasarkan Hasil Inventarisasi Data Sampah Kabupaten Magetan Tahun 2016 oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Magetan bahwa komposisi sampah Kota Magetan terdiri dari sampah anorganik 47,4 % dan

sampah organik sebesar 52,59 %. Sampah organik terbagi ke dalam sampah organik basah 34,73 % dan organik kering 17,86 %. Dengan tingginya komposisi sampah organik basah menunjukkan pengurangan sampah dapat dilakukan dengan sistem pengomposan sebagai implementasi Peraturan Daerah yang sudah ditetapkan. Pengomposan merupakan langkah awal yang bisa dilakukan masyarakat untuk menangani sampah pada sumbernya.

Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dan sasaran dari penelitian diperlukan metode penelitian untuk mempermudah penulis dalam melakukan evaluasi beban landfill pada TPA Milangasri. Tahapan kegiatan dimulai dari persiapan dan perancangan studi yang akan dilakukan, pengenalan wilayah studi dan permasalahan yang akan diteliti, kebutuhan data yang diperlukan, referensi yang berkaitan dengan permasalahan penelitian, metoda analisis yang digunakan serta jadwal kegiatan yang relevan.

1. Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangasri yang berlokasi di Desa Milangasri Kecamatan Panekan Kabupaten Magetan. TPA Milangasri merupakan satu-satunya tempat pengelolaan akhir sampah yang berada di wilayah Kabupaten Magetan dengan area pelayanan wilayah perkotaan atau Kecamatan Magetan.

2. Desain Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara deskriptif kualitatif dengan mengumpulkan dan mengkompilasi data di lapangan serta melakukan analisa situasi yang sedang terjadi, hubungan antar variabel, perbedaan antar fakta dan pengaruh terhadap suatu kondisi. Penelitian ini juga mengacu pada studi kuantitatif dan studi komparatif yang meliputi pengumpulan data, menganalisis data, menginterpretasi data, dan diakhiri dengan sebuah kesimpulan yang mengacu pada penganalisisan data tersebut.

3. Teknik Pengumpulan Data

Sumber data meliputi data primer dan data sekunder :

a. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari penelitian secara langsung dengan melakukan pengamatan lapangan maupun pengukuran

- Survei dan pengamatan lapangan
- Melakukan perhitungan volum sampah yang masuk ke TPA. Data ini dikumpulkan dengan cara melakukan pengamatan di lapangan terhadap truk atau angkutan sampah pada jembatan timbang selama 7 hari berturut-turut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui rata-rata sampah yang masuk dan diproses di TPA.
- Data luas TPA dan Lahan TPA yang belum terisi, selain data dari Badan Lingkungan Hidup, peneliti akan melakukan pengukuran di lapangan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain yang telah melakukan penelitian sebelumnya yang diakui secara umum akan keakuratan datanya atau mewakili populasi yang diteliti. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber.

- Data kependudukan 10 tahun terakhir untuk jumlah penduduk 5 tahun ke depan pada daerah pelayanan sampah
- Komposisi sampah diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup
- Data penanganan sampah pada sumbernya melalui mekanisme 3R
- Data TPA Milangasri Kabupaten Magetan yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup yang meliputi luas lahan, rencana tinggi penimbunan serta peta lahan TPA Milangasri
- Data yang berkaitan dengan aspek kelembagaan pengelola yang meliputi struktur organisasi, jumlah personil dan peralatan.

4. Analisis Data

Analisis dilakukan terhadap data teknis, meliputi analisis terhadap data primer dan sekunder yang didapat, yaitu :

- a. Analisis proyeksi jumlah penduduk
 Dalam menentukan metode proyeksi yang akan digunakan diperlukan data-data pertumbuhan jumlah penduduk 8 tahun ke depan sebagai dasar untuk menentukan timbulan sampah hingga prediksi 8 tahun pada area pelayanan. Rata-rata pertumbuhan penduduk diperoleh dari Data Dasar Kabupaten Magetan Tahun 2016.
- b. Analisis densitas sampah
 pengukuran densitas atau berat jenis sampah dengan melakukan sampling jenis kendaraan pengangkut sampah yang kemudian ditimbang pada jembatan timbang untuk mengetahui berat kosong kendaraan pengangkut sampah dan pada saat terisi sampah. Selanjutnya densitas sampah dihitung dengan membagi berat sampah dengan volume kendaraan pengangkut. Sampling dilakukan sebanyak 6 kali.
- c. Analisis proyeksi timbulan sampah
 Dengan memperhatikan prediksi jumlah penduduk pada area pelayanan ditunjang dengan data laju timbulan sampah per kapita sebesar 2,5 liter/orang/hari sesuai SNI 19-3983-1995 dan perhitungan densitas sampah TPA Milangasri maka akan dapat dihitung prediksi timbulan sampah yang dihasilkan oleh penduduk hingga tahun 2025.
- d. Analisis timbulan sampah terkompaksi pada landfill
 Hasil komposisi sampah menjadi dasar analisis sampah terkompaksi pada landfill. Dilakukan perbandingan antara sampah yang masuk landfill dengan tanpa penanganan dan melalui sistem

pengomposan. Analisis ini menghasilkan volume landfill dan lahan yang dibutuhkan hingga Tahun 2025 sehingga akan diketahui efisiensi lahan TPA.

Hasil dan Pembahasan

1. Timbulan Sampah Perkotaan

Area pelayanan persampahan Kabupaten Magetan adalah wilayah perkotaan terdiri dari 14 Kelurahan dengan jumlah penduduk sebesar 47.695 orang (Bappeda Kabupaten Magetan 2016). Namun demikian wilayah pelayanan persampahan baru mencakup 9 (sembilan) kelurahan yaitu Magetan, Selosari, Tawanganom, Kepolorejo, Kebonagung, Tambran, Mangkujayan, Bulukerto dan Sukowinangun. Berdasarkan kategori jumlah penduduk Kabupaten Magetan berdasarkan SNI 19-3983-1995 merupakan kota kecil sehingga dengan kriteria pada tabel 1 dapat diprediksi jumlah penduduk dan jumlah timbulan sampah hingga tahun 2025.

Tabel 1. Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

Klasifikasi Kota	Volume (L/Org/Hr)	Berat (Kg/Org/Hr)
Kota Sedang (100.000-500.000 jiwa)	2,75 - 3,25	0,7 - 0,8
Kota Kecil (20.000-100.000 jiwa)	2,5 - 2,75	0,625 - 0,70

Sumber : SNI 19-3983-1995

Berdasarkan Bappeda Kabupaten Magetan Tahun 2016 maka dapat diketahui bahwa tingkat pertumbuhan penduduk Kota Magetan adalah sebesar 0,26%. Dengan menggunakan metode geometri maka didapat hasil perhitungan prediksi jumlah penduduk dan volume sampah hingga tahun 2025.

Tabel 2. Prediksi Jumlah Penduduk dan volume sampah Tahun 2017 – 2025

Tahun	Jumlah Penduduk (orang)	Volume sampah (m ³)
2017	45.508	43.187
2018	45.626	43.299
2019	45.743	43.410
2020	45.861	43.522
2021	45.980	43.635
2022	46.098	43.747
2023	46.217	43.860
2024	46.336	43.973
2025	46.456	44.087

Sumber : Hasil perhitungan, 2017

Berdasarkan SNI 19-3964-1995 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan sampah dan komposisi sampah perkotaan maka penentuan timbulan sampah dilakukan dengan cara mengukur/mencatat secara langsung terhadap jumlah sampah

yang masuk ke TPA. Pencatatan dilakukan berdasarkan ritasi kendaraan pengangkut sampah yang masuk serta volume masing-masing kendaraan selama bulan Maret 2017. Data diperoleh dari jembatan timbang mulai tanggal 1 Maret 2017 sampai 23 Maret 2017. Dari hasil perhitungan rata-rata data tersebut maka jumlah timbulan sampah setiap hari yang masuk ke TPA Milangasri adalah 21.309 Kg.

Selanjutnya dilakukan pengukuran densitas atau berat jenis sampah dengan melakukan *sampling* jenis kendaraan pengangkut sampah yang kemudian ditimbang pada jembatan timbang untuk mengetahui berat kosong kendaraan pengangkut sampah dan pada saat terisi sampah.

Dari hasil pengukuran densitas sampah yang masuk ke TPA Milangasri, dapat diketahui bahwa rata-rata densitas sampah yang masuk ke TPA adalah 286 kg/m³ seperti pada perhitungan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Densitas/Berat Jenis Sampah yang Masuk ke TPA Milangasri

No	Hari	Tanggal	No.Pol. Kendaraan Pengangkut	Jenis Kendaraan	Vol. (m ³)	Berat di Jembatan Timbang (Kg)			Berat Jenis (Kg/m ³)
						Berat Isi	Kondisi Kosong	Selisih	
1	I	1/3/2017	AE 8005 NP	Dump Truk	6	4.660	3.050	1.610	268,33
2		1/3/2017	AE8006 NP	Arm Roll	8,5	5.820	3.210	2.610	307,06
3	II	3/3/2017	AE8005 PP	Dump truck	6	5.000	3.160	1.840	306,67
4		3/3/2017	AE8006 NP	Arm Roll	8,5	5.790	3.260	2.530	297,65
5	III	6/3/2017	AE8084 NP	Dump Truck	6	4.760	2.950	1.820	303,33
6		6/3/2017	AE8006NP	Arm Roll	8,5	5.150	3.170	1.980	232,94
Jumlah									1.715,98
Densitas/ Berat Jenis rata-rata									286,00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan data tersebut maka dapat dihitung jumlah timbulan sampah Kota Magetan yang masuk ke TPA Milangasri.

Jumlah volume sampah yang masuk ke TPA tiap hari:

$$21.309 \text{ Kg} / 286 \text{ Kg/m}^3 = 74,51 \text{ m}^3$$

Jumlah timbulan sampah Perkotaan Magetan tiap hari berdasarkan Tabel 3 adalah :
= 45.508 orang x 2,6 l/orang/hari

$$= 118.320,8 \text{ l/hari} = 118,32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sehingga prosentase pelayanan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{74,51 \text{ m}^3}{118,32 \text{ m}^3} \times 100\% = 63 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat diketahui pada kondisi eksisting pelayanan persampahan terhadap sampah yang akan

dilakukan pengolahan di TPA masih sebesar 63%. Hal ini masih di bawah target Rencana Strategis Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Magetan yang seharusnya pada Tahun 2017 sudah bisa mencapai 75%. Dari hasil analisis kelembagaan, kondisi ini disebabkan karena keterbatasan sarana dan prasarana pengangkutan serta minimnya jumlah personil institusi yang bertanggungjawab di bidang pengelolaan persampahan. Sementara peran masyarakat dalam ikut berperan pada bank sampah juga masih minim. Selain itu upaya pengurangan sampah pada sumbernya juga belum optimal. Hal ini bisa dilihat hanya beberapa kelompok bank sampah yang aktif menangani sampahnya sehingga perlu mendapat perhatian pemerintah bahwa pemberdayaan masyarakat dalam menangani sampah pada sumbernya harus terus ditingkatkan.

Berdasarkan Rencana Strategi Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Magetan Tahun 2014-2018 target peningkatan area pelayanan sebesar maksimal 5% setiap tahun. Sejalan dengan Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, dimana target kinerja pengelolaan sampah nasional disusun dalam rentang Tahun 2015 - 2025, sehingga pada penelitian ini juga akan dilakukan prediksi terhadap beban TPA hingga Tahun 2025.

Tabel 4. Volume Sampah TPA Tahun 2017-2025

Thn	Volume Sampah (m ³)	Prosen Pelayanan (%)	Volume Sampah TPA	
			Volume (m ³)	Berat (Kg)
2017	43.187	63	27.207,93	7.781.469
2018	43.299	65	28.144,10	8.049.213
2019	43.410	70	30.387,23	8.690.748
2020	43.522	75	32.641,75	9.335.539
2021	43.635	80	34.907,69	9.983.600
2022	43.747	85	37.185,11	10.634.942
2023	43.860	90	39.474,05	11.289.579
2024	43.973	95	41.774,56	11.947.524
2025	44.087	100	44.086,67	12.608.788

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 bahwa seiring dengan bertambahnya jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA dan meningkatnya area pelayanan pada perkotaan, maka volume sampah yang masuk ke TPA pun semakin meningkat. Pada Tahun 2017 volume yang masuk ke TPA sebesar 27.207,93 m³ dan terus meningkat setiap tahun sehingga pada Tahun 2025 menjadi sebesar 44.086,67 m³. Untuk mengetahui beban *landfill* pada TPA maka dilakukan perhitungan terhadap volume sampah dikali densitas/berat jenis sampah hasil perhitungan pada tabel 3.

2. Komposisi Sampah Perkotaan

Berdasarkan Hasil Inventarisasi Data Sampah Kabupaten Magetan Tahun 2016 oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Magetan maka komposisi sampah di kabupaten Magetan khususnya perkotaan didominasi oleh sampah organik.

Tabel 5. Komposisi Sampah

Produksi Sampah dalam 1 hari	Perkotaan Magetan	
	Berat Sampah (Kg)	Prosentase Sampah (%)
Sampah Organik Basah	44,12	34,73
Sampah Organik Kering	22,69	17,86
Sampah Plastik	11,56	9,10
Sampah Anorganik Non Plastik	48,65	38,3
Total Berat/Jumlah	127,02	100,00

Sumber : Laporan Akhir Inventarisasi Data Sampah Kabupaten Magetan (2016)

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa dari area pelayanan sampah yang meliputi 9 (sembilan) kelurahan di Kecamatan Magetan memiliki komposisi sampah organik basah sebesar 34,73 % dan organik kering sebesar 17,86 % dimana mempunyai peluang untuk dilakukan proses pengomposan sebelum sampah diolah di TPA. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi terbesar sampah Perkotaan Magetan adalah sampah organik yang dapat diubah menjadi kompos.

3. Beban TPA dengan pengolahan Sampah Eksisting (Tanpa Pengomposan)

Sampah yang masuk ke TPA Milangasri berasal dari TPS yang berada di pemukiman maupun prasarana umum di wilayah perkotaan. Prosentase pengelolaan sampah dengan pengurangan pada sumbernya (mekanisme 3R) belum memiliki andil dalam mengurangi sampah di TPA Milangasri. Pengelolaan sampah di Kabupaten Magetan masih menggunakan pendekatan *end of pipe*, dimana sistem pengelolaan sampah meliputi pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah ke TPA. Pada akhirnya TPA menjadi tumpuan tempat pengolahan sampah sehingga beban TPA semakin bertambah.

Luas TPA yang semula 1,6 Ha dan kini tersisa 5.500 M² menjadi fokus dari penelitian ini. Seberapa jauh sisa lahan tersebut bisa dioptimalkan karena diprediksi Tahun 2018 akan habis dan lahan lanjutan belum tersedia. Dari hasil pengukuran di lapangan bahwa volume lahan untuk *landfill* di TPA Milangasri yang masih tersisa adalah sebagai berikut:

- Luas Lahan penimbunan = 5.500 m²
- Tinggi timbunan dari dasar = 8 m
- Volume yang belum terisi = 44.000 m³
- Volume tanah penutup (10%) = 4.400 m³
- Volume total yang belum terisi = 39.600 m³

Menurut Damanhuri (1995) bahwa densitas sampah terkompaksi di TPA adalah 600 kg/m³ – 800 kg/m³.

Pada perhitungan volume sampah terkompaksi pada *landfill* TPA Milangasri diasumsikan 700 Kg/m³. Maka dapat dihitung volume sampah terkompaksi dari Tahun 2017 - 2025 serta akan diketahui masa pakai TPA saat sampah tidak dilakukan penanganan sebelum masuk TPA. Bila diketahui:

- Timbulan sampah = 2,6 l/org/hari
- Densitas sampah lepas = 286 Kg/m³
- Densitas sampah terkompaksi = 700 Kg/m³ maka :
- Volume sampah yang diangkut ke TPA :
Jumlah penduduk x Timbulan Sampah x Tingkat Pelayanan x Densitas sampah lepas
Dimana:
- Berat sampah yang diangkut ke TPA =
Volume sampah x 286 Kg/m³
- Volume sampah terkompaksi =
Berat sampah
700 Kg/m³

Tabel 6 merupakan volume *landfill* saat sampah tidak dilakukan penanganan sebelum masuk TPA. Dengan meningkatnya timbulan sampah yang masuk dari tahun ke tahun maka volume *landfill* meningkat secara signifikan dan tentu saja lahan yang dibutuhkan menjadi besar. Untuk menjawab permasalahan pengelolaan sampah di TPA Milangasri maka peneliti mencoba membuat skenario berdasarkan target pengurangan sampah hingga Tahun 2025.

Berikut prediksi beban TPA dengan pendekatan *end of pipe* atau volume *landfill* saat tidak dilakukan penanganan terlebih dahulu terhadap sampah yang masuk ke TPA.

Tabel 6. Prediksi volume landfill TPA tanpa pengomposan Tahun 2017- 2025

Tahun	Sampah yang diangkut ke TPA		Volume sampah terkompaksi (m ³)	Volume sampah terkompaksi Kumulatif (m ³)
	Volume (m ³)	Berat (Kg)		
2017	27.207,93	7.781.468,84	11.116,38	11.116,38
2018	28.144,10	8.049.213,12	11.498,88	22.615,26
2019	30.387,23	8.690.747,79	12.415,35	35.030,61
2020	32.641,75	9.335.539,20	13.336,48	48.367,10
2021	34.907,69	9.983.599,89	14.262,29	62.629,38
2022	37.185,11	10.634.942,42	15.192,77	77.822,16
2023	39.474,05	11.289.579,43	16.127,97	93.950,13
2024	41.774,56	11.947.523,58	17.067,89	111.018,02
2025	44.086,67	12.608.787,56	18.012,55	129.030,57

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4. Beban TPA dengan Sistem Pengomposan

Dengan ditetapkannya Peraturan Daerah Kabupaten Magetan Nomor 1 Tahun 2016 Tentang Pengolahan Sampah Organik dengan Sistem Pengomposan, maka mendorong Pemerintah Daerah dan segenap masyarakat dalam melakukan proses pengomposan, sehingga sampah organik dapat diubah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi. Penerapan prinsip 3R dalam peluang pengelolaan sampah juga dapat memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat, salah satunya adalah melalui usaha pengomposan (Subandrio, et.al, 2012). Menurut Damanhuri (1995) bahwa usaha pengomposan sampah organik sangat potensial untuk dikembangkan karena komposisi sampah organik di beberapa kota di Indonesia sangat besar. Keberhasilan sistem pengomposan akan sangat membantu upaya pengurangan sampah di TPA Milangasri dan membantu meningkatkan kualitas lingkungan dan melindungi sumber daya air, tanah dan udara.

Dengan semakin terbatasnya lahan TPA maka permasalahan semakin rumit karena sulit mencari lahan baru sebagai kelanjutan saat masa pakai TPA habis. Pencarian lahan TPA sering menimbulkan konflik sosial akibat resistensi masyarakat terhadap keberadaan TPA. Hal ini ditambah dengan biaya pengelolaan sampah

yang akan semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya timbulan sampah.

Melihat kenyataan ini maka pengurangan sampah harus dapat dilaksanakan. Prosentase sampah organik basah di Kota Magetan sebesar 35% menjadi perhatian untuk dilakukan pengomposan.

Sesuai Laporan Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional Untuk Pembangunan Berkelanjutan bahwa pengelolaan sampah untuk pengomposan 30 – 40% dan daur ulang sampah (anorganik) mencapai 15 – 25%. Pengomposan dapat dilakukan pada sumbernya oleh masyarakat, pada TPS maupun TPA dimana sudah terdapat peralatan komposting. Sesuai kebijakan pada Kementerian Lingkungan Hidup diharapkan hingga Tahun 2025 sampah organik basah bisa terolah mejadi kompos.

Pengomposan dapat dilakukan pada sumbernya oleh masyarakat, pada TPS maupun TPA dimana sudah terdapat peralatan komposting. Diharapkan hingga Tahun 2019 sampah organik basah bisa terolah mejadi kompos. Sejalan dengan implementasi Perda tersebut dengan prinsip membuang sekaligus memanfaatkannya, sehingga dapat diartikan bahwa mengelola sampah sekaligus mendapatkan manfaat ekonomi dari pengelolaan sampah tersebut (Soma, 2010).

Tabel 7. Prediksi volume Landfill dengan Pengomposan Tahun 2017-2025

Tahun	Sampah yang diangkut ke TPA		Pengomposan (Reduksi 35%)	Volume sampah masuk TPA	Volume sampah terkompaksi (m ³)	Volume sampah terkompaksi Kumulatif (m ³)
	Volume (m ³)	Berat (kg)				
2017	27.207,93	7.781.468,84	2.723.514,09	5.057.954,74	7.225,65	7.225,65
2018	28.144,10	8.049.213,12	2.817.224,59	5.231.988,53	7.474,27	14.699,92
2019	30.387,23	8.690.747,79	3.041.761,73	5.648.986,06	8.069,98	22.769,90
2020	32.641,75	9.335.539,20	3.267.438,72	6.068.100,48	8.668,71	31.438,61
2021	34.907,69	9.983.599,89	3.494.259,96	6.489.339,93	9.270,49	40.709,10
2022	37.185,11	10.634.942,42	3.722.229,85	6.912.712,57	9.875,30	50.584,40
2023	39.474,05	11.289.579,43	3.951.352,80	7.338.226,63	10.483,18	61.067,58
2024	41.774,56	11.947.523,58	4.181.633,25	7.765.890,32	11.094,13	72.161,71
2025	44.086,67	12.608.787,56	4.413.075,65	8.195.711,92	11.708,16	83.869,87

Sumber : Hasil perhitungan, 2017

Berdasarkan komposisi sampah dan kajian penelitian sebelumnya dalam rangka mengurangi timbunan sampah di TPA Milangasri, maka peneliti mencoba melakukan skenario pelaksanaan system pengomposan sebagaimana pada Tabel 7. Di dalam penelitian ini selanjutnya akan dikaitkan antara rencana target Pemerintah Daerah terhadap pengomposan dalam rangka mengurangi timbunan sampah di TPA untuk mengurangi beban TPA yang lahannya semakin sulit didapat.



Gambar 1. Perbandingan volume sampah pada landfill tanpa penanganan dan dengan system pengomposan.

Gambar tersebut diperoleh dari perhitungan sesuai Tabel 7 bahwa dengan sistem pengomposan sebesar 35% dari tahun 2017 hingga 2025 terhadap sampah organik maka mampu mengurangi beban TPA. Pada

Tahun 2017 terjadi penurunan volume *landfill* dari 11.116,38 m³ menjadi 7.225,65 m³. Pada Tahun 2025 terdapat penurunan kebutuhan lahan dari 16.129 m² menjadi 10.484 m².

Dengan demikian mekanisme pengomposan mampu mengurangi kebutuhan lahan di TPA dan meningkatkan efisiensi pengolahan sampah pada landfill sehingga kebutuhan lahan TPA menjadi lebih sedikit pada tahun 2025. Hal ini memberi dukungan bahwa pengurangan sampah melalui system pengomposan menjadi prioritas utama dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Magetan sebagai tindak lanjut pelaksanaan Perda No. 1 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Sampah Organik dengan Sistem Pengomposan.

Simpulan

Keterbatasan lahan pada TPA Milangasri maka penerapan sistem pengomposan perlu dilakukan untuk mengurangi beban TPA dan dapat memberikan solusi terhadap sulitnya mendapatkan lahan TPA lanjutan. Pada penelitian ini penanganan sampah organik melalui sistem pengomposan pada pengelolaan sampah di perkotaan Magetan mampu mengurangi beban TPA sehingga lahan yang dibutuhkan lebih sedikit dan dapat membuat umur TPA menjadi lebih lama.

Daftar Pustaka

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Magetan. (2016). Data Dasar Kabupaten Magetan.
- Badan Lingkungan Hidup. (2016). Laporan Akhir Inventarisasi Data Sampah Kabupaten Magetan.
- Badan Standarisasi Nasional. (1994). Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah. SNI 19-3241-1994. LPMB. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (1994). Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan. SNI 19-3964-1995. LPMB. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (1994). Spesifikasi Timbunan Sampah Untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia. SNI 19-3983-1995. LPMB. Bandung.
- Damanhuri, E. (1995). Teknik Pembuangan Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Delfianto. (2006). Evaluasi dan Optimalisasi Masa Pakai TPA Sungai Andok Kota Padang Panjang. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Davami, A., Moharamnejad, N. Monavari, S.M. 2014. An Urban Solid Waste Landfill Site

- Evaluation Process Incorporating GIS in Local Scale Environment: A Case of Ahvaz City, Iran. *Int. J. Environ. Res.*, 8(4):1011-1018, Autumn 2014 ISSN: 1735-6865
- Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2003. National Action Plan Bidang Persampahan. PT. Binatama Wirawredha Konsultan Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Geng, Y., Tsuyoshi. F., Chen. X., 2009. *Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki*. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro. *Journal of Cleaner Production* 18 (2010) 993-1000
- Hadiwiyoto, S., 1993. Penanganan dan Pengelolaan Sampah. Yayasan Idayu. Jakarta.
- Hanik, S.U, (2010). Evaluasi Pengelolaan Sampah di TPA Gunung Panggung Kabupaten Tuban Menuju Sistem Sanitary Landfill. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ismeidi, Angreni, E., Titah, H. 2006, Evaluasi Sistem Pembuangan Akhir Sampah di TPA Ngadirejo Kota Wonogiri. Tesis, Prodi Pascasarjana Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya.
- Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2012 tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse dan Recycle melalui Bank Sampah.
- Peraturan Daerah No. 1 Tahun 2016 tentang Pengolahan Sampah Organik dengan Sistem Pengomposan.
- Salim, E. (2010). Ratusan Bangsa Merusak Satu Bumi. Jakarta: Kompas Penerbit Buku.
- Setyono, P. (2015). Cakrawala Memahami Lingkungan. Surakarta, Indonesia: Sebelas Maret University Press
- Soma, Soekmana. (2010). Pengantar Ilmu Teknik Lingkungan Seri : Pengelolaan Sampah Perkotaan. Bogor, Indonesia : IPB Press.
- Subandriyo, Anggoro, D., Hadiyanto (2012). Optimasi Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Kombinasi Aktivator Em4 Dan Mol Terhadap Rasio C/N. *Jurnal Ilmu Lingkungan UNDIP*, Volume 10 issue 2:70-75.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., (1993). *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and management Issues*. Mc. Graw Hill: Kogakusha, Ltd.
- Undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOLIK UMBI AKAR BATU (*Coccinia grandis* L.Voight) TERHADAP BAKTERI *SALMONELLA* SP

Rizal Maarif Rukmana^{1*}, Rahmat Budi Nugroho², Dwi Admani Wisnumurti¹

¹Program Studi DIV Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi Surakarta, Jl. Letjend Sutoyo, Mojosongo, Surakarta, Central Java 57127, Indonesia

²Program Studi DIII Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi Surakarta, Jl. Letjend Sutoyo, Mojosongo, Surakarta, Central Java 57127, Indonesia

*E-mail: rizal.nerazuri@gmail.com

Paper submit: 3 Juli 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Bakteri *Salmonella* sp merupakan salah satu bakteri yang sering menginfeksi manusia dan hewan. Bakteri *Salmonella* sp dapat mengakibatkan penyakit Salmonellosis pada manusia. Akhir-akhir ini, penelitian tentang metabolit sekunder tanaman sebagai bahan obat telah banyak dilakukan. Salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai obat adalah umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L Voight). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanolik umbi Akar Batu terhadap bakteri *Salmonella* sp. Metode ekstraksi dilakukan dengan maserasi dan pelarut yang dipakai adalah etanol 96%. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi. Identifikasi golongan senyawa dari ekstrak dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan berbagai reagen kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk Umbi Akar Batu memiliki kadar air 5,99% dan rendemen 1,76%. Hasil identifikasi golongan senyawa ekstrak etanolik Umbi Akar Batu menunjukkan bahwa ekstrak mengandung flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dapat menghambat bakteri *Salmonella* sp.

Kata kunci: Ekstrak etanolik, umbi Akar Batu, Antibakteri, *Salmonella*

Pendahuluan

Bakteri *Salmonella* sp merupakan bakteri yang berbentuk batang, gram negatif, mempunyai flagel, anaerob fakultatif dan biasanya sering ditemukan pada saluran usus manusia maupun hewan. Bakteri *Salmonella* sp dapat tumbuh pada suhu 5-47° C, dengan suhu pertumbuhan optimum adalah 35-37° C. Bakteri *Salmonella* sp tumbuh pada pH 4-9 dan pH optimum untuk pertumbuhannya 6,5-7,5 (Pui *et al*, 2011). Bakteri *Salmonella* sp dapat mengakibatkan penyakit Salmonellosis pada manusia. Penyakit Salmonellosis dapat terjadi jika manusia memakan makanan yang terkontaminasi bakteri *Salmonella* sp, kontak dengan hewan yang terinfeksi dan kondisi lingkungan yang tercemar bakteri (Maka *et al.*, 2015).

Kasus Salmonellosis yang tinggi terjadi pada anak di bawah umur 5 tahun. Menurut Muvhali *et al*, (2017) kasus Salmonellosis pada anak usia dibawah 5 tahun mencapai 93,8 juta di seluruh Dunia dan 155 ribu diantaranya menyebabkan kematian. Pada Benua Eropa, kasus Salmonellosis merupakan kasus infeksi saluran pencernaan tertinggi kedua. Terdapat lebih dari 100.000 kasus telah dilaporkan di tahun 2010. Pada tahun 2011, kasus ini dilaporkan masih tinggi dan mencapai 95.548 kasus (Maka *et al.*, 2015).

Infeksi oleh bakteri *Salmonella* sp dapat diobati dengan berbagai macam cara. Salah satunya adalah dengan penemuan obat antibakteri melalui eksplorasi senyawa aktif yang ada pada tumbuhan. Indonesia mempunyai keanekaragaman tumbuhan yang melimpah. Banyak spesies tumbuhan telah teridentifikasi

sebagai tumbuhan berkhasiat obat. Di Indonesia telah teridentifikasi terdapat 7000 spesies tumbuhan dari 30.000 spesies berkhasiat obat (Jumiarni dan Komalasari, 2017). Metabolit sekunder dari tumbuhan menjadi salah satu penemuan yang menarik dalam pengembangan obat.

Salah satu tumbuhan yang mempunyai potensi dalam pengobatan adalah tumbuhan Akar Batu (*Coccinia grandis* L.Voight). Tumbuhan Akar Batu merupakan anggota dari family Cucurbitaceae. Tumbuhan Akar Batu merupakan tumbuhan yang ada di Nusa Tenggara Timur dan merupakan tumbuhan hias. Tumbuhan ini memiliki keunikan yaitu umbi yang muncul diatas permukaan tanah (Haryanti *et al.*, 2018). Tumbuhan Akar Batu mempunyai potensi dalam pengobatan karena adanya kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam metabolit sekundernya. Ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L mengandung golongan senyawa saponin, alkaloid (Hossain *et al.*, 2014), fitosterol, tanin, glikosida, gula reduksi (Mala *et al.*, 2016), steroid, flavonoid, protein, asam amino, dan fenol (Hussain *et al.*, 2010).

Senyawa metabolit sekunder dari ekstrak air dan etanol daun *Coccinia grandis* L.Voight telah diuji aktivitas antibakterinya pada bakteri *Bacillus cereus*, *Corynebacterium diptheriae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* (ETEC), *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* dan *Shigella boydii*. Hasil uji antibakteri tersebut menunjukkan ekstrak air dan etanolik daun *Coccinia grandis* L mempunyai potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella boydii* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Farrukh *et al.*, 2008). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L sudah banyak dilakukan. Akan tetapi, belum ada publikasi tentang uji aktivitas ekstrak etanolik Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L.Voight) pada bakteri *Salmonella* sp. Pada penelitian ini akan dilakukan uji kandungan golongan senyawa ekstrak etanolik Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L.Voight) dan aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Salmonella* sp.

Metode Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L.Voight) yang dilakukan ekstraksi dengan menggunakan etanol 96%. Umbi Akar Batu kemudian dilakukan identifikasi golongan senyawa diantaranya: golongan flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Ekstrak etanolik Umbi Akar Batu kemudian dilakukan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Salmonella* sp.

2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian yaitu: tabung reaksi kecil, beaker glass, ayakan nomor 40 mesh, evaporator, oven, kertas saring, batang pengaduk, cawan petri steril, kapas lidi steril, lampu spirtus, label, inkubator, erlenmeyer, ose, penggaris, kertas disk, timbangan elektrik, pipet tetes, inkas, korek api, pipet volume, rak pengecatan, gelas objek, autoklaf, mikroskop, boorprof, pinset steril, dan alat pelindung diri (APD) lengkap.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Umbi Akar Batu, isolat bakteri *Salmonella* sp yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Setia Budi Surakarta, media *Brain Heart Infusion* (BHI), media *Mueller-Hilton Agar* (MHA), etanol 96%, kloramfenikol, DMSO 2%, Aquadest steril, HCl pekat, FeCl₃ dan kloroform.

3. Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dibuat dalam konsentrasi 1 g/ml, 2 g/ml, 3 g/ml dan 4 g/ml, kemudian diuji daya hambat antibakterinya terhadap bakteri *Salmonella* sp.

4. Teknik Pengumpulan Data

4.1 Pembuatan Serbuk

Umbi Akar Batu yang telah diperoleh dicuci bersih hingga kotoran dan debu yang menempel pada umbi hilang. Umbi Akar Batu dipotong atau dirajang kecil-kecil dan dioven

pada suhu 40°C. Umbi Akar Batu yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan alat penggilingan. Serbuk dari Umbi Akar Batu tersebut diayak menggunakan ayakan ukuran 40 mesh. Serbuk di simpan dalam wadah bersih, kering, dan tertutup.

4.2 Penentuan Nilai Kadar Air Serbuk Umbi Akar Batu

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode thermovolumetri. Serbuk Umbi Akar Batu masing-masing ditimbang sebanyak 20,005 gram. Serbuk yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan xylen sebanyak 125 ml atau hingga seluruh bahan terendam. Rangkaian alat destilasi *Bidwell–Sterling* dipasang dan api dinyalakan untuk memanaskan. Pemanasan dihentikan jika sudah tidak ada lagi air yang mengalir ke dalam tabung *receiver*. Kemudian membaca skala volume air yang telah terdestilasi.

4.3 Pembuatan Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

Pembuatan ekstrak etanolik dilakukan dengan metode maserasi. Seratus gram serbuk dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 1 liter etanol 96%. Erlenmeyer ditutup kemudian dikocok dan didiamkan selama 2 hari. Maserat yang didapat disaring dengan menggunakan kain flannel dan kertas saring sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang didapatkan kemudian dipekatkan dengan *Rotary evaporator* sampai terbentuk ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh kemudian dibuat konsentrasi dengan beberapa seri konsentrasi 1 g/ml, 2 g/ml, 3 g/ml dan 4 g/ml dilakukan dengan cara dilarutkan dengan DMSO 2%.

4.4 Identifikasi Kandungan Golongan Senyawa Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

- a. Identifikasi Flavonoid
Lima ml ekstrak ditambah 5 tetes HCl 2N, kemudian ditambah 5 tetes Amil Alkohol dan 1 sendok sudip serbuk Magnesium. Lalu dikocok dan

didiamkan. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya warna merah.

- b. Identifikasi Alkaloid
Lima ml ekstrak ditambahkan 5 ml kloroform secukupnya. Kemudian ditambahkan 3 tetes amoniak dan dipanaskan. Lalu tambahkan 5 tetes asam sulfat 2N dan 2,5 ml pereaksi Mayer. Terbentuknya endapan putih dengan pereaksi Mayer menunjukkan adanya senyawa golongan alkaloid.
- c. Identifikasi Tanin
Lima ml ekstrak ditambah dengan 5 ml FeCl₃. Kemudian kocok dan didiamkan 15 menit. Terbentuknya warna hijau kehitaman menunjukkan adanya senyawa tannin.
- d. Identifikasi Saponin
Lima ml ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dipanaskan sampai mendidih, kemudian didinginkan. Lalu ditambah 1 tetes HCl 2N, kocok kuat-kuat dan diamkan beberapa saat. Terbentuknya buih yang stabil menunjukkan hasil positif.

4.5 Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dilakukan dengan tahapan: (1) Media Mueller Hilton Agar steril dituang ke dalam cawan petri dengan ketebalan 0,5 cm dibiarkan memadat pada suhu kamar. (2) Kapas lidi steril dicelupkan pada suspensi bakteri uji lalu diinokulasikan secara merata pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA) yang telah memadat. (3) Ditunggu 15 menit sampai kering. (4) Dibuat 6 lubang sumuran dengan menggunakan boorprof. (5) Dimasukkan dalam sumuran yaitu: 50 µl kontrol positif (kloramfenikol), 50 µl kontrol negatif (DMSO 2%), 50 µl ekstrak konsentrasi 1 g/ml, 2 g/ml, 3 g/ml dan 4 g/ml. (6) Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. (7) Dilakukan inkubasi pada inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. (8) Dilakukan pengukuran terhadap zona hambat yang tumbuh disekitar sumuran.

4.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *One-way ANOVA*. Apabila terdapat perbedaan antara perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji *Duncan*.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Penetapan Kadar Air Serbuk Umbi Akar Batu

Penetapan kadar air serbuk Umbi Akar Batu dilakukan menggunakan metode destilasi dengan alat *Bidwell-sterling*. Serbuk Umbi Akar Batu ditimbang sebanyak 20,005 gram ditambah dengan 125 ml xylene, didapatkan volume air yang telah terdestilasi pada skala receiver yaitu 1,2 ml. Hasil penetapan kadar air dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penetapan Kadar Air Serbuk Umbi Akar Batu

Berat Bahan (gram)	Skala (ml)	Kadar air (%)
20,0055	1,2	5,99

Kadar air yang diperoleh yaitu 5,99 % yang artinya, kadar air serbuk Umbi Akar Batu memenuhi persyaratan kadar air suatu serbuk simplisia yaitu tidak lebih dari 10%. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan perubahan kerja enzim dan perubahan kimia zat aktif sehingga menurunkan mutu serbuk dan akan mudah ditumbuhi oleh jamur (Gunawan dan Mulyadi, 2004).

2. Hasil Pembuatan Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

Pembuatan ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Perhitungan rendemen ekstrak (Tabel 2).

Metode ekstraksi maserasi merupakan metode ekstraksi yang umum dilakukan

pada bahan alam. Metode maserasi tidak menggunakan panas sehingga diharapkan senyawa metabolit sekunder tanaman tidak mengalami kerusakan (Leba, 2017). Proses maserasi juga disertai dengan pengadukan beberapa kali guna membantu kontak pelarut pada rongga sel tumbuhan, sehingga senyawa-senyawa tumbuhan yang terkandung didalamnya dapat ditarik keluar oleh pelarut (Sutikno, 2010).

Tabel 2. Rendemen Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

Serbuk Umbi Akar Batu (gram)	Berat ekstrak (gram)	Rendemen (%)
100	1,76	1,76

Pelarut yang dipakai adalah etanol 96%. Pelarut etanol merupakan pelarut organik yang bersifat polar. Pelarut etanol baik dalam melarutkan senyawa yang bersifat semi polar sampai polar.

Rendemen ekstrak yang diperoleh dari ekstraksi Umbi Akar Batu adalah 1,76%. Rendemen merupakan prosentase hasil ekstrak dari jumlah serbuk. Rendemen dari masing-masing tanaman sangat bervariasi. Hal tersebut sangat tergantung dari spesies tanaman, masa pengambilan tanaman, metode ekstraksi, dan pelarut yang digunakan saat ekstraksi (Rukmana *et al.*, 2016).

3. Hasil Identifikasi Golongan Senyawa Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

Identifikasi kandungan golongan senyawa pada ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan berbagai senyawa kimia. Identifikasi ini meliputi identifikasi flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Hasil identifikasi kandungan senyawa kimia ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Identifikasi Kandungan Senyawa Pada Ekstrak Umbi Akar Batu

Uji	Prosedur	Pustaka	Hasil	Keterangan
Flavonoid	Ekstrak + 5 tetes HCl 2N + 5 tetes Amil Alkohol + 1 sundip Magnesium	Reaksi positif jika terbentuk warna merah/ungu/jingga	Merah	+
Alkaloid	Ekstrak + 5 ml kloroform + 3 tetes amoniak + 5 tetes asam sulfat + 2,5 ml pereaksi meyer	Reaksi positif jika terbentuk endapan warna putih	Jingga	+
Saponin	Ekstrak + panaskan, dinginkan + 1 tetes HCl 2N, kocok	Reaksi positif jika terbentuk busa stabil	Terbentuk busa stabil	+
Tanin	Ekstrak + 5 ml FeCl ₃	Reaksi positif jika terbentuk warna biru kehitaman	Biru kehitaman	+

Ekstrak etanolik Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L. Vight) pada penelitian ini mengandung golongan senyawa: flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Hasil identifikasi senyawa dari Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L Vight) masih sangat jarang dipublikasikan.

Publikasi yang telah banyak dilakukan adalah tentang metabolit sekunder dari ekstrak daun *Coccinia grandis* L. Menurut penelitian dari Hossain *et al*, (2014) ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L yang berasal dari India mengandung golongan senyawa Saponin dan alkaloid. Pada penelitian tersebut ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L tidak mengandung golongan senyawa flavonoid dan tanin. Hasil penelitian dari Mala *et al*, (2016) ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L dari berbagai varietas mengandung golongan senyawa alkaloid, fitosterol, tanin, glikosida, dan gula reduksi. Berbagai publikasi yang telah banyak ditemukan yaitu tentang skrening fitokimia dari daun *Coccinia indica* L. Menurut Hussain *et al*, (2010) ekstrak etanolik daun *Coccinia indica* L yang diperoleh dari daerah Prandish (India) mengandung golongan senyawa: steroid, tanin, flavonoid, protein, asam amino, glikosida, fenol, saponin dan alkaloid.

4. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Umbi Akar Batu

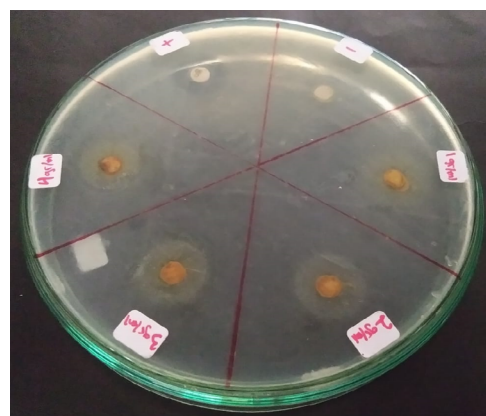
Hasil uji antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu pada bakteri *Salmonella* sp dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran.

Hasil uji antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dengan metode sumuran dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 1.

Tabel 4. Hasil uji antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dengan metode sumuran

Konsentrasi ekstrak	Bakteri uji			
	Diameter zona hambat ekstrak terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp (mm)			
	UI-1	UI-2	UI-3	Rata-rata
1 gr/ml	11	10	10	10,33 ^b
2 gr/ml	13	11	11	11,66 ^c
3 gr/ml	15	13	13	13,66 ^d
4 gr/ml	17	15	15	15,66 ^f
Kontrol +	14	13	15	14 ^e
Kontrol -	0	0	0	0 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan bahwa hasil yang berbeda nyata

**Gambar 1. Uji antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu pada *Salmonella* sp metode sumuran**

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanolik Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L Vight) dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri *Salmonella* sp. Aktivitas antibakteri ekstrak etanolik Umbi Akar Batu dapat terlihat dengan adanya zona bening (zona hambat) pada bakteri uji dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol negatif (Tabel 4). Ekstrak etanolik Umbi Akar Batu (*Coccinia grandis* L Vight) dapat menghambat bakteri tersebut karena adanya senyawa metabolit sekunder yang ada pada ekstrak. Hasil identifikasi golongan senyawa ekstrak etanolik Umbi Akar Batu mengandung senyawa flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid.

Golongan senyawa flavonoid berfungsi sebagai antibakteri dengan cara mendenaturasi protein sel dan merusak membran sel tanpa dapat memperbaiki lagi. Tanin memiliki aktivitas antibakteri dengan mekanisme kerja mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri akibatnya sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat dan mati (Nobakht *et al.*, 2017). Senyawa saponin dapat berdifusi melalui membran luar dan dinding sel yang rentan kemudian mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan mengurangi kestabilan sel menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel (Maatalah *et al.*, 2012). Golongan senyawa alkaloid dapat berperan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel. Alkaloid juga dapat mengganggu komponen penyusun peptidoglikan dan menghambat enzim topoisomerase yang berperan dalam proses replikasi, transkripsi dan rekombinasi DNA dengan cara memotong dan menyambungkan rantai tunggal atau untai ganda DNA (Campbell *et al.*, 2010; Maatalah *et al.*, 2012).

Hasil penelitian terdahulu juga telah menunjukkan bahwa bagian tanaman *Coccinia grandis* L (daunnya) memiliki aktivitas antibakteri. Menurut Farrukh *et al.*, (2008) ekstrak air dan etanolik daun *Coccinia grandis* L diujikan pada bakteri *Bacillus cereus*, *Corynebacterium diphtheriae*,

Staphylococcus aureus, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* (ETEC), *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* dan *Shigella boydii*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ekstrak air dan etanolik daun *Coccinia grandis* L mempunyai potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella boydii* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Hasil penelitian Poovendran *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa ekstrak etanolik daun *Coccinia grandis* L dapat menghambat bakteri *Escherichia coli* (patogen pada saluran kencing). Hasil penelitian Rukmana dan Mulyowati (2015) menunjukkan bahwa bakteri *Salmonella* sp dapat dihambat pertumbuhannya oleh golongan senyawa fenol yang diekstrak dari daun Kumis Kucing. Golongan fenol dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* sp dengan cara mengubah permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrient dari dalam sel. Kebocoran tersebut dapat menyebabkan sel bakteri mati atau terhambat pertumbuhannya.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan pada bakteri uji maka zona hambat akan semakin membesar. Hal tersebut dapat dilihat dari uji lanjut *duncan* yang menunjukkan bahwa: terdapat perbedaan antara berbagai konsentrasi ekstrak yang diberikan.

Simpulan

Ekstrak etanolik Umbi Akar Batu mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin. Ekstrak etanolik Umbi Akar. Batu dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella* sp.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat) Universitas Setia Budi Surakarta atas dana hibah penelitian mandiri yang telah diberikan dengan nomor kontrak 12/LPPM/USB/PD/III/2019, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Campbell, Neil A., Jane B. Teece., Lisa A. Urry., Michale B. Cain., Steven A. Wasserman., Peter V. Minorsky and Robert B. Jackson. 2010. Biologi Jilid 1. Edisi 8. Erlangga, Jakarta.
- Farrukh, Umbreen. Huma, shareef., Shaukat, Mahmud., Syed, Ayub, Ali. Ghazala h. Rizwani. 2008. Antibacterial Activities of *Coccinia grandis* L. *Pak. J. Bot.*, 40(3): 1259-1262.
- Gunawan, D. dan Mulyani, S. 2004. *Ilmu Obat Alami (Farmakognosi)* Jilid 1. Bogor: Penerbit Swadaya.
- Haryanti, S., Widiyastuti, Y., and Wahyono, S. 2018. The aqueous extract of *Gerrardanthus macrorhizus* caudex enhanced doxorubicin activity in MCF-7 human breast cancer cells. *IJBIOTECH*: 23 (1): 7-13.
- Hossain, Amir., Sr. N. Uddin. , Md. Abu, Salim., Razaul, Haque. 2014. Phytochemical and Pharmacological screening of *Coccinia grandis* Linn. *Journal of Scientific and Innovative Research*; 3 (1): 65-71.
- Hussain, Arshad., Shadma. Wahab., Iffat. Zarin., M.D. Sarfara. Hussain. 2010. Antibacterial Activity of the Leaves of *Coccinia indica* (W. and A) Wof India. *Advances in Biological Research* 4 (5): 241-248.
- Jumiarni, Wa Ode dan Komalasari, Oom. Eksplorasi Jenis dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Suku Muna di Permukiman Kota Wuna. *Trad. Med. J.* Vol. 22(1), 45-56.
- Leba, Maria A.U. 2017. *Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Maatalah, M. Benziane., N. Kambuche Bouzidi., S. Bellahouel., B. Merah., Z. Fortas., R. Soulimani., S. Saidi., A. Derdour. 2012. Antimicrobial activity of the alkaloids and saponin extracts of *Anabasis articulata*. *E3 Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research*. Vol. 3(3): 54-57.
- Mąka, Lukasz., Elżbieta, Maćkiw., Halina, Ścieżyńska., Magdalena, Popowska. 2015. Occurrence and antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolated from food other than meat in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. Vol. 22 (3): 403–408.
- Mala, P ., Arpita, G., And Sunita. 2016. *Coccinia grandis* (L.) Voigt : A Chemo Profile Study. *Bionano Frontier*. Vol. 7 (2): 108-113.
- Muvhali, Munyadziwa., Anthony, Marius, Smith., Andronica, Moipone Rakgantso., dan Karen, Helena, Keddy. 2017. Investigation of Salmonella Enteritidis outbreaks in South Africa using multi-locus variable-number tandem-repeats analysis, 2013-2015. *BMC Infectious Diseases*. Vol 17: 1-9.
- Nobakht, Motahareh., Stephen, J. Trueman., Helen, M. Wallace., Peter, R. Brooks., Klrissa, J. Streeter., dan Mohammad, Katouli. 2017. Antibacterial Properties of Flavonoids from Kino of the Eucalypt Tree, *Corymbia torelliana*. *Plants*. Vol. 39 (6): 1-15.
- Poovendran. P., N. Vidhya., S. Murugan. 2011. Antimicrobial Activity of *Coccinia grandis* Against Biofilm and ESBL Producing Uropathogenic *E. coli*. *Global Journal of Pharmacology* 5 (1): 23-26.
- Pui, C. F., Wong, W. C., Chai, L. C., Tunung, R., Jeyaletchumi, P., Noor Hidayah, M. S., Ubong, A., Farinazleen, M. G., Cheah, Y. K. dan Son, R. 2011. Review Article *Salmonella*: A foodborne pathogen. *International Food Research Journal* 18: 465-473.
- Rukmana, R.M, Soesilo N.P, Rumiayati, Pratiwi R. 2016. The Effect of Ethanolic Extract of



- Black and White Rice Bran (*Oryza sativa* L.) on Cancer Cells. *IJBioTech.*, 21: 63-69. DOI: 10.22146/ijbiotech.26814
- Rukmana, Rizal, Maarif dan Mulyowati, Tri. 2015. Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanolik Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*) pada Bakteri *Streptococcus pyogenes* dan *Salmonella thypi*. *J-Biomedika.*, 8 (2): 15-18. DOI: <https://doi.org/10.31001/biomedika.v8i2.199>
- Sutikno, 2010. Uji Aktivitas Antimikroba Senyawa Bioaktif Ekstrak Metanol Daun Senggani (*Melastoma candidum* D. Don) Terhadap *Shigella flexneri* dan *Micrococcus luteus* serta Profil Kromatografi Lapis Tipisnya. Skripsi. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.

KAJIAN JENIS POHON DALAM PENGEMBANGAN HUTAN KOTA KIBITAY SUKABUMI

Suhendar*, Ardika Eri Triana, Billyardi Ramdhan

Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Jalan R. Syamsudin SH., No. 50 Kode Pos 43113

*E-mail: suhendar@ummi.ac.id

Paper submit: 7 Agustus 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisir jenis tumbuhan, mengetahui struktur dan komposisi vegetasi tumbuhan, menganalisis kesesuaian vegetasi tumbuhan, serta menduga keanekaragaman jenis serta merekomendasikan jenis-jenis pohon potensial untuk ditanam di Hutan Kota Kibitay Sukabumi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah survei. Survei dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis pohon dan analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui struktur dan komposisi jenis. Hasil survey menunjukkan bahwa jumlah tumbuhan yang ditemui sebanyak 73 jenis dan 17 jenis diantaranya ditemukan dalam petak contoh seluas 1600 m². Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan jenis yang mendominasi di tingkat semai yaitu jenis *Mimosa pudica* L. dengan INP sebesar 0.75% dan sebagai spesies kodominan yaitu dari spesies *Calliandra haematocephala* Hassk. dengan INP sebesar 0.5. Jenis vegetasi yang mendominasi di tingkat pancang yaitu *Nephelium lappaceum* L. dengan INP 1.533%. Spesies yang mendominasi pada vegetasi tingkat tiang yaitu *Swietenia mahagoni* (L) Jacq. dan *Agathis dammara* (Lamb) Rich. dengan masing-masing INP yaitu sebesar 1.711 dan 1.127%, sedangkan spesies yang mendominasi di tingkat pohon yaitu *Agathis dammara* (Lamb) Rich. dengan INP sebesar 2.47%. Hasil perhitungan Indeks Keanekaragaman Jenis (*H'*) Shannon-Wiener sebesar 4.71. Secara umum jenis-jenis pohon Hutan Kota Kibitay Sukabumi tergolong cukup sesuai dengan nilai rata-rata 60,232 yang terdiri atas 13 jenis pohon dengan kriteria sesuai, 22 jenis pohon dengan kriteria cukup sesuai dan 25 jenis pohon dengan kriteria tidak sesuai.

Kata kunci: Kesesuaian Vegetasi Tumbuhan, Indeks Nilai Penting, Indeks Keanekaragaman Jenis.

Pendahuluan

Pengertian Hutan Kota diungkapkan oleh Yusuf (2011) dalam salah satu dokumen dari Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (2012) mengatakan bahwa Hutan Kota seharusnya merupakan miniatur hutan dengan mempertimbangkan aspek sejarah tempat tersebut sebelum menjadi pusat perkotaan. Dengan demikian, dalam proses pembangunan Hutan Kota tidak hanya tertuju pada pertimbangan aspek iklim lingkungan saja namun juga harus mempertimbangkan kondisi flora dan faunanya dengan tetap berpatokan kepada kearifan lokal masyarakatnya. Pertimbangan dalam pembangunan dan pengembangan Hutan Kota terutama berkaitan dengan aspek kelestarian sumber daya alam hayati serta aspek sosial serta budaya masyarakat setempat.

Secara khusus, tujuan pembangunan dan pengembangan Hutan Kota merujuk dalam PP No 63 Tahun 2002 Pasal 3 dijelaskan bahwa tujuan penyelenggaraan hutan kota yaitu sebagai penyerap karbondioksida dan penghasil oksigen, penyerap polutan (logam berat, debu, belerang), peredam kebisingan, pelestarian plasma nutfah, mendukung keanekaragaman flora, fauna dan keseimbangan ekosistem, penahan angin dan peningkatan keindahan. Maka keberhasilan pembangunan dan pengembangan Hutan Kota bergantung terhadap ketercapaiannya syarat-syarat yang telah ditentukan berdasarkan PP tersebut.

Pohon untuk pembangunan Hutan Kota telah diungkapkan baik oleh Pemerintah maupun para peneliti sebelumnya. Kriteria-kriteria tersebut merujuk pada beberapa persyaratan antara lain: 1) *silvikultural*: luas area hutan, jenis pohon yang sesuai dengan persyaratan tumbuh

(Indriyanto, 2006); 2) *bio-ekologi*: toleran terhadap polutan, dapat mengurangi tingkat pencemaran udara, menyerap dan menjerat debu, mengurangi bau, meredam kebisingan, mengurangi erosi tanah, menahan angin dan hujan (Samsuudin, 2009) dalam Kementerian Kehutanan (2012); 3) *manajemen*: spesies mudah didapat, pemeliharaannya murah serta pengamanannya dan pemanfaatannya mudah (Indriyanto, 2006), 4) *estetika*: jenis pohon menampilkan keindahan (Indriyanto, 2006); 5) *konservasi*, mencakup: keragaman jenis tinggi, jenis pohon bernilai sejarah (*endemik*), sosial dan budaya (kearifan lokal), bernilai ekonomi (kelangkaan dan keterancamannya) (Yusuf, 2011) dalam Kementerian Kehutanan (2012).

Secara keseluruhan, ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Sukabumi belum memadai, yaitu baru seluas 1.673.193,20 m² atau sebesar 5.20% dari seluruh kawasan Kota Sukabumi (Shani dan Kurniawan, 2015). Kondisi ini belum mencukupi standar minimal RTH yang diamanatkan UU No 26 tahun 2007 tentang Penataan Tata Ruang Wilayah Nasional yaitu sebesar 30% dari keseluruhan luas wilayah. Hutan Kota Kibitay Sukabumi merupakan kawasan relokasi konservatif sebagai zona hijau

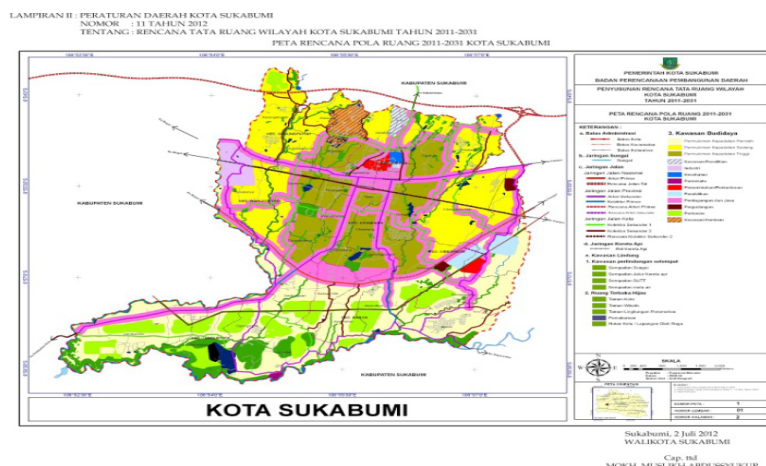
kota dan edukasi flora bagi masyarakat. Selain itu, Hutan Kota Kibitay Sukabumi difungsikan juga sebagai lahan konservasi air, tanah dan penyerapan karbondioksida di sekitar hutan serta kebutuhan rekreasi bagi masyarakat umum. Secara administrasi Hutan Kota Sukabumi bertempat di Kampung Kibitay Kecamatan Lembursitu Kota Sukabumi yang dibangun sejak tahun 2008 oleh Pemerintah Daerah Kota Sukabumi melalui Dinas Lingkungan Hidup. Sampai saat ini, belum ada publikasi ilmiah menyajikan data yang cukup mengenai Hutan Kota Kibitay Sukabumi, baik dari segi ekologi dan vegetasinya maupun dari segi sosial dan prospek ekonominya.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menginventarisasi jenis-jenis tumbuhan, mengetahui struktur dan komposisi vegetasi tumbuhan, menganalisis kesesuaian vegetasi tumbuhan Hutan Kota Kibitay, Kota Kibitay Sukabumi (HKKS).

Metode Penelitian

1. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Hutan Kota Kibitay Kota Sukabumi pada bulan Mei 2019. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Letak Hutan Kota Kibitay Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia

2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu GPS, kompas, kamera, tali plastik/tali rafia, *cleanometer*, meteran, patok bambu, *tally sheet* dan alat tulis.

3. Teknik Pengumpulan Data

Survey dilakukan Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan pada petak seluas lebih dari 5 ha. Dibuat sebanyak 3 petak contoh dan masing-masing plot pengamatan

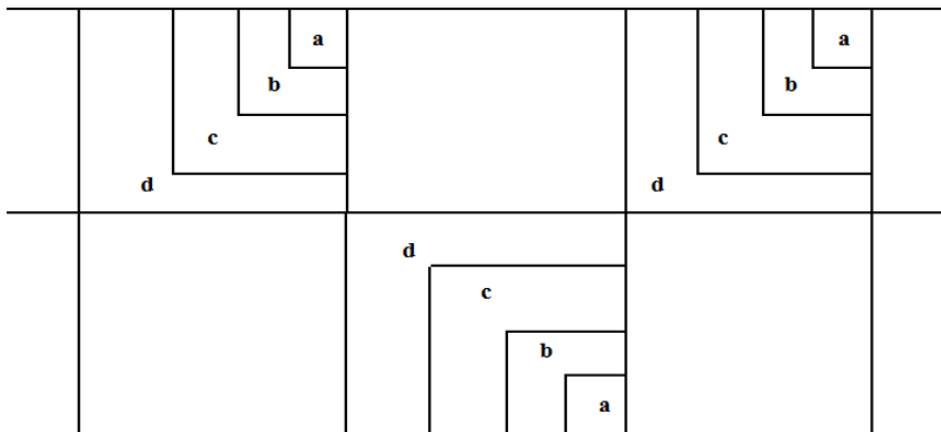
dibagi kedalam sub-sub petak pengamatan seluas (Gambar 2) petak contoh. Masing-masing petak contoh terdiri atas 4 subpetak yaitu subpetak semai, pancang, tiang dan pohon. Parameter yang dianalisis dalam analisis vegetasi mencakup Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR), Dominansi Relatif (DR) dan Indeks Nilai Penting (INP) jenis pohon yang ditanaman di Hutan Kota. Untuk menduga tingkat keanekaragaman jenis dilakukan melalui perhitungan indeks keanekaragaman jenis (H') menggunakan pendekatan *Shanon-Wiener*. Analisis kesesuaian jenis vegetasi dilakukan dengan mengidentifikasi jenis dan menyusunnya ke dalam matriks kesesuaian jenis pohon Hutan Kota melalui studi pustaka. Studi pustaka untuk

menganalisis kesesuaian jenis pohon merujuk kepada ketentuan dari Kementerian Kehutanan dan para peneliti sebelumnya.

4. Analisis dan Interpretasi Data

Data hasil pengukuran vegetasi dicatat dalam *tally sheet* dengan mengelompokan masing-masing jenis menjadi data:

- a. Semai yaitu anakan pohon mulai kecambah sampai tinggi <1,5 meter.
- b. Pancang yaitu anakan pohon yang tingginya ≥ 1,5 cm dan diameter <10 cm.
- c. Tiang yaitu pohon muda yang diameternya mulai 10 cm sampai < 20 cm.
- d. Pohon yaitu pohon dewasa berdiameter ≥ 20 cm.



Keterangan:

- a. Subpetak contoh semai (2m x 2m)
- b. Subpetak contoh pancang (5m x 5m)
- c. Subpetak contoh tiang (10m x 10m)
- d. Subpetak contoh pohon (50m x 50m)

Gambar 2. Desain unit contoh Vegetasi

Data hasil analisis vegetasi kemudian ditabulasi untuk diidentifikasi tingkat kerapatan, dominansi dan Indeks Nilai Pentingnya dengan rumus perhitungan (Sorianegara dan Indrawan 1998) sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan (K)} : \frac{\sum \text{individu suatu spesies}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (KR)} : \frac{\sum \text{satu spesies}}{\sum \text{seluruh spesies}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} : \frac{\sum \text{petak penemuan suatu spesies}}{\sum \text{seluruh petak}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} : \frac{F \text{ suatu spesies}}{F \text{ seluruh spesies}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi (D)} : \frac{\text{Luas Bidang Dasar suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominansi relatif (DR)} : \frac{D \text{ suatu spesies}}{D \text{ seluruh spesies}} \times 100\%$$

Indeks Nilai Penting

(INP) pancang dan pohon: KR+FR+DR

Indeks Nilai Penting (INP) semai: KR+FR

Untuk menduga tingkat keanekaragaman spesies tumbuhan Hutan Kota digunakan

pendekatan indeks keanekaragaman (*Shannon-Wiener*) (Ludwig dan Reynold 1988) sebagai berikut:

$$\text{Indeks Keanekaragaman } (H') : - \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon

n_i : Spesies ke- i

N : Jumlah seluruh spesies

Analisis kesesuaian jenis vegetasi Hutan Kota dilakukan dengan membuat matriks Kesesuaian Jenis dari Kementerian Kehutanan dan para peneliti sebelumnya. Parameter kesesuaian merujuk kepada persyaratan

silvikultura, bio-ekologi, manajemen, estetika dan konservasi. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan skor 2 pada kolom persyaratan yang dimiliki oleh jenis pohon (X) dan memberikan skor 1 pada pada kolom persyaratan yang tidak dimiliki oleh jenis pohon (Y).

a. *Silvikultural* (Indrianto 2006 dan Saebo *et al.* 2005 dalam Mukhlison 2013)

Persyaratan silvikultura berkaitan dengan kecukupan lahan atau luas area hutan kota dan kesesuaian jenis pohon yang merujuk kepada kriteria atau syarat pertumbuhannya. Secara rinci, persyaratan silvikultura disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan *silvikultural* untuk jenis pohon Hutan Kota

Persyaratan		Skor	
		X	Y
Ketinggian tempat	0-500 mdpl	2	
	>500 mdpl		1
Toleransi terhadap kekurangan nutrisi	Toleran	2	
	Tidak Toleran		1
Toleransi terhadap suhu tinggi	Toleran	2	
	Tidak Toleran		1
Toleransi terhadap intensitas sinar matahari	Toleran	2	
	Tidak Toleran		1
Toleransi terhadap kekurangan air	Toleran	2	
	Tidak Toleran		1
Memulihkan kesuburan tanah	Dapat	2	
	Tidak dapat		1
Ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit	Tahan	2	
	Tidak tahan		1
Ketahanan terhadap risiko pengguguran daun	Tahan	2	
	Tidak tahan		1
Ketahanan Batang pokok dan dahan terhadap terpaan angin dan hujan	Tahan	2	
	Tidak tahan		1
Kekuatan akar	Kuat	2	
	Tidak kuat		1

b. *Bio-ekologi* (Samsuodin 2009 dan Kemenhut 2012)

Persyaratan bio-ekologi merujuk kepada sifat morfologi dan fisiologi tumbuhan/pohon serta konsekuensinya terhadap kondisi ekologis lingkungannya yang

mencakup tingkat toleransinya terhadap polutan, mampu menekan/ mengurangi tingkat pencemaran udara di sekitarnya, mampu menyerap dan menjerat debu, dapat mengurangi bau dengan aroma khas yang dimilikinya, meredam kebisingan,

mengurangi erosi tanah, menahan terpaan angin dan air hujan. Persyaratan bio-

ekologi tumbuhan Hutan Kota disajikan pada Tabel 2

Tabel 2 Persyaratan bio-ekologi untuk jenis pohon Hutan Kota

Persyaratan	Skor	
	X	Y
Sifat pertumbuhan	Cepat	2
	Lambat	1
Diameter	Mencapai \geq 10 cm	2
	Tidak mencapai 10 cm	1
Tinggi pohon	Mencapai \geq 5 m	2
	Tidak mencapai 5 m	1
Kekuatan batang	Kokoh	2
	Tidak Kokoh	1
Kedalaman akar	Dalam	2
	Dangkal	1
Kerapatan tajuk	Rapat	2
	Tidak Rapat	1
Daun terurai	Mudah	2
	Sulit	1
Ketebalan helai daun	Tebal	2
	Tipis	1
Ukuran daun	Kecil	2
	Besar	1
Kelengkapan helai daun	Berambut	2
	Tidak berambut	1
Manfaat bunga bagi satwa	Dimanfaatkan	2
	Tidak dimanfaatkan	1
Manfaat buah bagi satwa	Dimanfaatkan	2
	Tidak dimanfaatkan	1

- c. Manajemen (Indrianto 2006 dan Saebo *et al.* 2005 dalam Mukhlison 2013) Persyaratan manajemen merujuk kepada prinsip efektifitas dan efisiensi berdasarkan sifat mudah dan murah dalam mendapatkan jenis pohon serta proses

pemeliharaannya. Selain itu persyaratan manajemen harus memenuhi segi keamanan serta kemudahan dalam segi pemanfaatannya. Secara rinci, persyaratan manajemen pohon Hutan Kota disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Persyaratan manajemen untuk jenis pohon Hutan Kota

Persyaratan	Skor	
	X	Y
Cara penanaman	Mudah dan murah	2
	Sulit dan mahal	1
Cara pengamanan	Mudah	2
	Sulit	1

	Persyaratan	Skor	
		X	Y
Cara pemanfaatan	Mudah	2	
	Sulit		1
Harga tanaman	Murah	2	
	Mahal		1
Manfaat tajuk	Dapat dijadikan sebagai peneduh	2	
	Tidak dapat dijadikan sebagai peneduh		1
Respon terhadap pencemaran	Mampu mengurangi	2	
	Tidak mampu mengurangi		1
Ukuran buah	Kecil	2	
	Besar		1
Kelengkapan buah	Tidak berduri tajam	2	
	Berduri tajam		1
Sifat getah	Tidak beracun	2	
	Beracun		1
Potensi menimbulkan alergi	Tidak berpotensi	2	
	Berpotensi		1

- d. *Konservasi* (Yusuf 2011) Persyaratan konservasi merujuk kepada beberapa indikator mencakup keragaman jenis dan sifat *endemisitas* sehingga memiliki makna dari segi sejarah. Mampu menggambarkan kondisi sosial dan budaya masyarakat (kearifan lokal) serta bernilai ekonomi, baik karena sifat kelangkaan maupun keterancamannya. Secara rinci, persyaratan konservasi disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Persyaratan konservasi untuk jenis pohon Hutan Kota

	Persyaratan	Skor	
		X	Y
Endemisitas	Bersifat endemik	2	
	Tidak bersifat endemik		1
Kelangkaan	Termasuk tumbuhan langka	2	
	Tidak termasuk tumbuhan langka		1
Nilai sejarah	Bernilai	2	
	Tidak bernilai		1
Nilai budaya	Bernilai	2	
	Tidak bernilai		1
Nilai ekonomi	Bernilai		
	Tidak bernilai		1

- e. *Estetika* (Indrianto 2006 dan Saebo *et al.* 2005 dalam Mukhlison 2013) Persyaratan estetika merujuk kepada sifat pohon yang mampu menampilkan sifat keindahannya. Sifat morfologi tersebut mencakup bentuk serta ukuran (morfologi) akar, batang, ranting, daun dan bunga serta buah yang memiliki mampu menyediakan sarana bagi kepentingan rekreasi serta edukasi.

Tabel 5 Persyaratan estetika untuk jenis pohon Hutan Kota

	Persyaratan	Skor	
		X	Y
Habitus	Pohon bertajuk	2	
	Pohon tidak bertajuk		1
Keindahan tajuk	Indah	2	
	Kurang indah		1
Sifat bunga	Kontras	2	
	Tidak kontras		1
Manfaat bagi dunia pendidikan	Dapat dijadikan sarana pendidikan	2	
	Tidak dapat dijadikan sarana pendidikan		1
Aroma pohon	Tidak berbau tak sedap	2	
	Bau tak sedap		1
Aroma bunga	Harum/ aromatik	2	
	Tidak harum/ aromatik		1

Untuk menduga kesesuaian setiap jenis pohon hutan kota dilakukan menggunakan pendekatan dari Mukhlison (2013), yaitu skoring berdasarkan karakteristik yang harus dimiliki oleh setiap jenis pohon dengan memberikan nilai (2) pada kriteria suatu jenis pohon yang tepat atau harus dimiliki oleh pohon kawasan hutan kota dan nilai (1) pada kriteria yang kurang tepat atau tidak dimiliki oleh pohon kawasan hutan kota. Kriteria kesesuaian jenis pohon diklasifikasikan ke dalam kelas menurut Indriyanto (2006) dalam Mukhlison (2013), yaitu sesuai (S), cukup sesuai (CS) dan tidak sesuai (TS) dengan rumus perhitungan Interval Kelas (IK) sebagai berikut:

$$IK = \frac{\text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah}}{\text{jumlah kelas}}$$

Tabel 6 Kriteria kesesuaian tiap jenis pohon Hutan Kota

Kriteria	Skor
Tidak sesuai (TS)	$\geq 72,67$
Cukup sesuai (CS)	$> 58,67 \text{ sd } \leq 72$
Sesuai (S)	$> 38,33-46$

Kriteria kesesuaian jenis pohon Hutan Kota disajikan pada Tabel 6.

Hasil dan Pembahasan

1. Struktur dan Komposisi Vegetasi Hutan Kota Kibitay Sukabumi

Hasil penelitian menemukan bahwa jumlah tumbuhan yang ditemui di Hutan Kota Kibitay Sukabumi sebanyak 73 jenis yang terdiri atas 60 jenis tumbuhan dengan habitus pohon dan perdu serta 13 jenis tumbuhan dengan habitus herba (Lampiran1). Berbeda dengan hasil survey penemuan jenis, pengamatan jenis tumbuhan dalam petak contoh analisis hanya ditemui sebanyak 17 jenis tumbuhan dalam luasan 1600 m². Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP), menunjukkan bahwa jenis yang mendominasi komunitas tumbuhan Hutan Kota di tingkat semai yaitu jenis *Mimosa pudica* dengan INP sebesar 0.75% dan sebagai spesies kodominan yaitu dari spesies *Calliandra haematocephala* dengan INP sebesar 0.5. Hasil perhitungan INP pada vegetasi tingkat semai (Tabel 7).

Tabel 7 Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan tingkat semai

Nama Jenis	Kerapatan Relatif (KR%)	Frekuensi Relatif (FR%)	INP (%)
<i>Agathis dammara</i>	0.125	0.125	0.25
<i>Gmelina arborea</i>	0.125	0.125	0.25
<i>Calliandra haematocephala</i>	0.375	0.125	0.5
<i>Caladium sp</i>	0.25	0.125	0.375
<i>Nephelium lappaceum</i>	0.125	0.125	0.25
<i>Mimosa pudica</i>	0.625	0.125	0.75
<i>Musa paradisiaca</i>	0.125	0.125	0.25

Hal ini mengindikasikan bahwa intensitas pengelolaan hutan kota Kibitay perlu ditingkatkan khususnya dalam fungsi

pengawasan atau monitoring mengingat seluruh spesies kaliandra termasuk invasif. Spesies invasif harus dihindari dalam upaya konservasi tumbuhan baik secara insitu maupun eksitu karena apabila dibiarkan terus berkembang akan berdampak buruk bagi biodiversitas alami/ lokal. Jenis lainnya ditemukan meliputi *Agathis dammara* (Lamb) Rich., *Gmelina arborea* Roxb., *Nephelium lappaceum* L. dan *Musa paradisiaca* L. (pro sp.).

Hanya terdapat 2 jenis tumbuhan yang ditemukan pada tingkat vegetasi pancang, yaitu *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. dan *Nephelium lappaceum* L. Spesies *Nephelium lappaceum* L. lebih mendominasi dari pada *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. dengan INP masing-masing yaitu 1.533% dan 1.466%. Jadi selisih INP kedua spesies ini hanya 0.666% (Tabel 8).

Tabel 8 Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan tingkat pancang

Nama Jenis	Kerapatan Relatif (KR%)	Frekuensi Relatif (FR%)	Dominasi Relatif (DR%)	INP (%)
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	0.5	0.5	0.467	1.467
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	0.5	0.5	0.533	1.533

Hanya sedikit vegetasi pancang yang ditemukan pada petak contoh seluas 100 m² (Tabel 8). Hal ini menyatakan bahwa kedua jenis pohon ini secara biologis memiliki karakteristik yang kurang cocok ditanam di Hutan Kota dengan luasan terbatas. *Nephelium lappaceum* L. kurang toleran terhadap naungan yang rapat, defisit air dan nutrisi sedangkan *Swietenia*

mahagoni (L.) Jacq. Sifat pertumbuhannya sangat lambat sehingga tidak bisa tumbuh dan berkembang bersamaan spesies lainnya.

Spesies yang mendominasi pada vegetasi tingkat tiang yaitu *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. dan *Agathis dammara* (Lamb) Rich. dengan masing-masing INP yaitu sebesar 1.711 dan 1.127% (Tabel 9).

Tabel 9 Hasil perhitungan INP tingkat tiang

Nama Jenis	Kerapatan Relatif (KR%)	Frekuensi Relatif (FR%)	Dominasi Relatif (DR%)	INP (%)
<i>Artocarpus communis</i> J.R. Forst. & G. Forst.	0.2	0.2	0.129	0.529
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	1	0.4	0.41	1.709
<i>Agathis dammara</i> (Lamb) Rich	0.4	0.4	0.327	1.126
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	0.4	0.2	0.117	0.717
<i>Anthocephalus cadamba</i> (Roxb.) Miq.	0.4	0.2	0.117	0.717

Hasil penelitian, menunjukkan bahwa jenis *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. memiliki nilai INP tertinggi yang juga merupakan spesies

introduksi. Spesies introduksi kurang baik bagi biodiversitas lokal karena akan mempengaruhi stabilitas sistem yang dibangun antar vegetasi

dan substrat serta satwa liar yang berinteraksi dengannya. Selain itu, monitoring terhadap dampak spesies introduksi perlu ditingkatkan untuk menjaga sistem dan nilai-nilai sosial serta budaya serta kearifan lokal masyarakat setempat. Salah satu dampaknya yaitu masyarakat kurang memiliki kepedulian terhadap potensi tumbuhan lokal. Perlu

edukasi yang menyeluruh agar masyarakat memahami baik dari segi karakteristik maupun dampak dari spesies introduksi tersebut.

Indeks Nilai Penting tertinggi pada tingkat pohon yaitu pada *Agathis dammara* sebesar 2.47% dengan kodominan spesies *Gmelina arborea* Roxb. sebesar 1.309% (Tabel 10).

Tabel 10 Hasil perhitungan INP tingkat pohon

Nama Jenis	Kerapatan Relatif (KR%)	Frekuensi Relatif (FR%)	Dominasi Relatif (DR%)	INP (%)
<i>Gmelina arborea</i> Roxb	1.182	0.063	0.065	1.309
<i>Agathis dammara</i> (Lamb) Rich.	2.182	0.188	0.048	2.417
<i>Paraserianthes falcataria</i> L.	0.273	0.188	0.054	0.514
<i>Canarium vulgare</i> L.	0.091	0.063	0.008	0.162
<i>Anthocephalus cadamba</i> (Roxb.) Miq.	0.636	0.125	0.012	0.776
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	0.091	0.063	0.018	0.17
<i>Toona sinensis</i> (Juss.) M. Roem	0.091	0.063	0.017	0.17
<i>Cinnamomum burmannii</i> (Nees & T. Nees)	0.091	0.063	0.011	0.164
<i>Artocarpus communis</i> J.R. Forst. & G. Forst.	0.091	0.063	0.024	0.177
<i>Tectona grandis</i> L. f.	0.182	0.063	0.027	0.271
<i>Havea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	0.091	0.063	0.016	0.169

Secara khusus, adanya spesies kodominan yaitu spesies *Gmelina arborea* Roxb. (Tabel 10). Spesies ini tidak memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan Hutan Kota di Sukabumi maka sebaiknya dipertimbangkan baik dari segi manajemen maupun dari segi bio-ekologi. Secara umum, vegetasi tingkat pohon menunjukkan adanya pola perkembangan tanaman yang relatif stabil. Hal ini ditandai dengan nilai INP yang

homogen dengan selisih nilai INP yang sedikit. Kondisi ini akan tampak secara kasat mata dari penampakan Hutan Kota Sukabumi dengan kanopi pohon yang rapat, subur dan tingg pohon yang relatif seragam (Tabel 11). Secara estetik, pohon-pohon ini menampakan nilai keindahan. Kondisi ini merupakan salah satu keberhasilan pengelola Hutan Kota Kibitay dalam menjalankan tugas dan fungsi manajemen pohon hutan kota.

Tabel 11 Data ketinggian pohon Hutan Kota Sukabumi

Spesies	Tinggi (m)
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	7.2 – 9.1
<i>Agathis dammara</i> (Lamb) Rich.	6.7-10.5
<i>Paraserianthes falcataria</i> L.	3.5-7.5
<i>Canarium vulgare</i> L.	4.6
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	3.6 – 7
<i>Toona sinensis</i> (Juss.) M. Roem	8
<i>Tectona grandis</i> L. f.	3.9-4.98
<i>Cinnamomum burmannii</i> (Nees & T. Nees)	3.88
<i>Artocarpus communis</i>	3.2-8.90

Spesies	Tinggi (m)
<i>Anthocephalus cadamba</i> J.R. Forst. & G. Forst.	4.3-5.4
<i>Havea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	9.7
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	6.1-6.7

Hasil analisis vegetasi mengindikasikan bahwa aspek strategis pengembangan hutan kota Kibitay Sukabumi perlu mempertimbangkan kepentingan ekologi dan konservasi demi tercapainya tujuan-tujuan yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 63 tahun 2002. Berdasarkan PP ini aspek strategis pembangunan dan pengembangan hutan kota harus memperhatikan beberapa rambu-rambu potensi bio-fisik wilayah yang merupakan upaya konservasi dan rehabilitasi lahan di wilayah perkotaan. Upaya-upaya tersebut harus dituangkan melalui telaah kriteria bentuk, pengembangan jenis dan peran serta fungsi pembangunan hutan kota (PP No 63 Tahun 2002)

2. Keanekaragaman Jenis (H') Vegetasi Hutan Kota Kibitay Sukabumi

Hasil perhitungan Indeks Keanekaragaman Jenis (H') *Shannon-Wiener*, diketahui bahwa nilai

H' yaitu sebesar 4.71. Nilai ini cukup tinggi apabila dibandingkan dengan beberapa tipe Hutan Kota Bandung (Tabel 12).

Meskipun demikian, terdapat temuan jumlah individu pada dua jenis vegetasi yaitu pada spesies *Aghatis dammara* (27 individu) dan *Gmelina arborea* (17 individu) yang kurang sesuai dengan prinsip keanekaragaman jenis. Banyaknya jumlah individu kedua spesies ini melebihi jumlah seluruh jenis vegetasi (17 jenis) yang ditemukan pada petak 3 contoh (1600 m). Kondisi ini tidak memperlihatkan adanya pemerataan jenis pada suatu kawasan yang menunjukkan adanya keseimbangan pola distribusi pada beberapa jenis pohon. Padahal konsep keanekaragaman selalu merujuk pada dua indikator yaitu jumlah jenis dan distribusinya (Morrison *et al.* 1992).

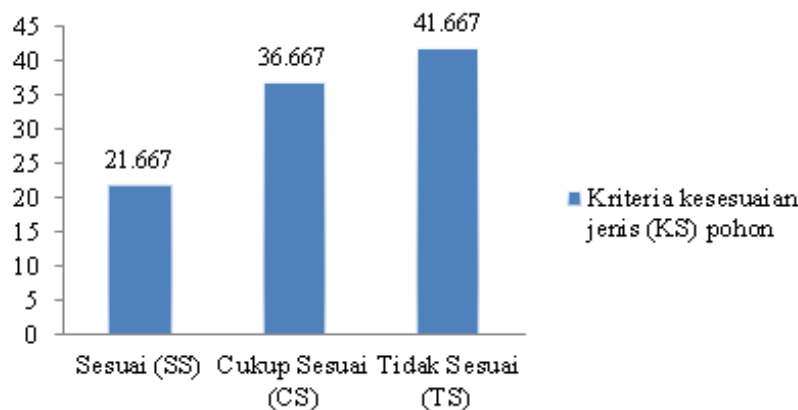
Tabel 12 Perbandingan nilai H' di berbagai tipe Hutan Kota

Nama/ Tipe Hutan Kota	H'	Lokasi/ Sumber
PT PINDAD	3.45	Bandung/ Mulyana (2012)
Kebun Binatang	3.78	
Taman Tegalega	3.43	
Taman Pramuka	2.26	
Taman Lalulintas	2.65	
Taman Maluku	3.03	
Taman Cilaki	2.75	
Pasir Impun	1.18	
Cicabe	2.17	
Kibitay	4.71	Sukabumi/ Penelitian ini

3. Kesesuaian Jenis Vegetasi Hutan Kota Kibitay Sukabumi

Berdasarkan kajian ini, secara umum jenis-jenis pohon Hutan Kota Kibitay Sukabumi tergolong cukup sesuai dengan nilai rata-rata 60,232 yang

terdiri atas 13 jenis pohon dengan kriteria sesuai, 22 jenis pohon dengan kriteria cukup sesuai dan 25 jenis pohon dengan kriteria tidak sesuai. Apabila nilai-nilai tersebut dikelompokkan berdasarkan persentase kesesuaian jenis (KS) (Gambar 3).



Gambar 3 Persentase Kesesuaian Jenis (KS) pohon Hutan Kota Kibitay Sukabumi

Berdasarkan hasil *scoring* pada tiap jenis pohon Hutan Kota nilai kesesuaian berkisar antara 36 (nilai terendah) sampai dengan 80 (nilai tertinggi). Terdapat 13 jenis pohon tergolong dalam kriteria sesuai yaitu *Antidesma bunius*, *Agathis dammara*, *Pterospermum javanicum*, *Spathodea campanulata*, *Tectona grandis*, *Pometia pinnata*, *Bouea macrophylla*, *Altingia excelsa*, *Eugenia aquea*, *Ficus Glomerata*, *Ficus elastica*, *Bridelia glauca* dan *Cinnamomum burmannii*. Artinya, spesies tersebut memiliki kriteria yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan secara silvikultura, bio-ekologi, manajemen, konservasi dan estetika. Terdapat 22 jenis pohon tergolong cukup sesuai yaitu *Pouteria campechiana*, *Diospyros blancoi*, *Michelia campaca*, *Swietenia mahagoni*, *Syzygium malaccense*, *Mangifera indica*, *Melia azedarach*, *Garcinia mangostana*, *Lansium domesticum*, *Manglietia glauca*, *Melia azedarach*, *Toona sinensis*, *Canarium vulgare*, *Samanea saman*, *Psidium guajava*, *Moringa oleifera*, *Mimusops elengi*, *Aleurites moluccana*, *Miristica fragran*, *Artocarpus heterophyllus*, *Dendrocalamus asper* dan *Asparagus cochinchinensis*. Spesies-spesies lainnya seperti *Gmelina arborea*, *Paraserianthes falcataria*, *Anthocephalus cadamba*, *Havea brasiliensis*, *Durio zibethinus* dan yang lainnya tergolong tidak sesuai.

Secara kualitatif, jenis-jenis vegetasi hutan kota tergolong baik dengan berbagai karakteristik yang dimilikinya sehingga dapat berperan sebagai mana mestinya. Oleh sebab itu, perlu pengkajian ulang mengenai peran,

fungsi dan Tipe Hutan Kota Kibitay Sukabumi kemudian ditetapkan baik dalam bentuk Surat Keputusan maupun bentuk kelengkapan administrasi lainnya. Perlu spesifikasi fungsi pembangunan dan pengembangan Hutan Kota Sukabumi seperti untuk kepentingan pendidikan, wisata, penyerap polusi udara dan kebisingan, konservasi keanekaragaman hayati dan lahan, menjamin fungsi hidrologis melalui jasa ekosistem Hutan Kota bagi masyarakat setempat. Hal ini bertujuan agar pengelola tidak kesulitan dalam upaya pengadaan jenis pohon berdasarkan sifat dan fungsinya yang lebih spesifik ditanam dalam berbagai tipe Hutan Kota dengan fungsi yang lebih spesifik pula.

4. Rekomendasi Jenis Vegetasi Hutan Kota Kibitay Sukabumi

Berdasarkan kajian ini, terdapat beberapa jenis pohon yang disarankan untuk ditanam pada program pengembangan jenis pohon Hutan Kota Sukabumi di masa yang akan datang. Jenis-jenis pohon tersebut secara umum telah memiliki persyaratan-persyaratan yang perlu dimiliki oleh setiap jenis pohon Hutan kota, yaitu persyaratan silvikultura, bio-ekologi, manajemen, konservasi dan estetika. Selain itu, jenis-jenis vegetasi yang direkomendasikan pada tulisan ini juga merujuk kepada hasil temuan para peneliti dengan beberapa kriteria yang digunakan antara lain: 1) Jenis-jenis pohon yang efektif menyerap nitrogen (N) (Sulistijorini 2009 dalam Mukhlison 2013); 2) Jenis-jenis pohon efektif menyerap karbon monoksida

(CO) (Kusminingrum 2008); 3) Jenis- jenis tanaman yang memiliki daya serap terhadap karbondioksida (CO₂) (Dahlan 2008); 4) Jenis-jenis pohon efektif menyerap dan menyerap timbal (Pb) (Dahlan *et al.* 1989); 5) Jenis-jenis tumbuhan langka yang terancam punah dan telah berhasil direintroduksi (Dodo 2018).

Simpulan

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa spesies introduksi dan spesies invasif yang mendominasi kawasan Hutan Kota Kibitay Sukabumi yang ditandai dengan INP yang tinggi dibandingkan dengan kebanyakan spesies lokal lainnya. Ketinggian berbagai jenis

pohon relatif seragam sehingga menampilkan nilai keindahan atau memiliki aspek estetika yang cukup baik.

Indeks keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa tipe Hutan Kota yang ada di Bandung. Kesesuaian jenis vegetasi pohon berkisar antara sesuai, cukup sesuai dan tidak sesuai. Perlu perbaikan agar jenis-jenis vegetasi Hutan Kota dapat memenuhi persyaratan silvikultura, bio-ekologi, manajemen, konservasi dan estetika. Selain itu, perlu pengkajian ulang sekaligus penetapan berdasarkan spesifikasi tipe, fungsi dan tujuan pembangunan dan pengembangan Hutan Kota Sukabumi demi mempermudah dalam aktivitas pengelolannya.

Daftar Pustaka

- Dahlan EN. 2008. Jumlah Emisi Gas CO₂ dan Pemilihan jenis tanaman berdaya rosot sangat tinggi: Studi Kasus di Kota Bogor. *Jurnal Media Konservasi* 13 (2) : 85-89
- Dahlan EN, Ontaryo Y, & Umasda. 1989. Kandungan Timbal pada Beberapa Jenis Pohon Pinggir Jalan di Jalan Sudirman, Bogor. *Jurnal Media Konservasi* 2 (4) : 45-50
- Dodo. 2018. Evaluasi reintroduksi tumbuhan langka. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.* 4(2): 280-283 DOI: 10.13057
- Kusminingrum N. 2008. Potensi tanaman dalam menyerap CO₂ dan CO untuk mengurangi dampak pemanasan global. *Jurnal Permukiman* 3 (2) : 96-105.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical Ecology: a Primer on Methods and Computing*. New-York (US): Wiley and Sons Eds.
- Morrison ML, Marcot BG, Mannan RW. 1992. *Wildlife-habitat Relationships, Concept and Application*. Wisconsin (US): The University of Wisconsin Press.
- Mukhlison. 2013. Pemilihan jenis pohon untuk pengembangan Hutan Kota di kawasan perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. VII (1):37-47
- Mulyana S. 2012. Kajian jenis pohon potensial untuk Hutan Kota di Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 10(1):58-71
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2012. Jenis pohon potensial untuk pengembangan Hutan Kota. Policy brief. 6 (11) ISSN : 2085-787X
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 tahun 2002 tentang Hutan Kota.
- Samsuudin, I. 2009. *Rencana Penelitian Integratif (RPI) Tahun Anggaran 2010-2014: Pengembangan Hutan Kota/Lansekap Perkotaan*. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan, Bogor.
- Shani FM. 2015. Kajian ketersediaan dan kebutuhan ruang terbuka hijau kawasan perkotaan di Kota Sukabumi. *Jurnal Bumi Indonesia*. 4(3):1-8

Soerianegara I, Indrawan A. 1998. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor (ID): IPB press.

Undang-Undang RI No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Tata Ruang Wilayah Nasional

PRODUKTIVITAS JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae*) PADA MEDIA JERAMI DENGAN PENAMBAHAN BATANG PISANG YANG DITANAM DALAM KERANJANG

Suparti, M. Noris*

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Keilmuan,
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta 57162

*Email: Muhammadnoris905@gmail.com

Paper submit: Maret 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Batang Pisang merupakan limbah pertanian yang mengandung selulosa sekitar 60-65%, hemiselulosa 6-8%, dan lignin 5-10%, dan sisanya adalah zat ekstraktif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan media campuran batang pisang dan jerami dengan beberapa perlakuan yang berbeda yang ditanam di dalam keranjang terhadap produktivitas jamur merang. Metode penelitian yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor 1 campuran jerami dan batang pisang : (J1) 0 g : 2000 g, (J2) 500 g : 1500 g, (J3) 1000 g : 1000 g, (J4) 1500 g : 500 g, (J5) 2000 g : 0 g. Faktor 2 ketebalan media: (K1) 25 cm, (K2) 30 cm, (K3) 35 cm. Parameter yang diukur adalah jumlah, berat basah dan diameter tubuh buah jamur merang. Data diuji dengan analisis anova 2 jalur. Berdasarkan analisis varians menunjukkan bahwa penggunaan media campuran jerami dan batang pisang dengan perbandingan berbeda memberikan pengaruh terhadap jumlah tubuh buah tetapi tidak berpengaruh terhadap berat dan diameter tubuh buah jamur merang. Berdasarkan analisis varians menunjukkan bahwa ketebalan media tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah, berat dan diameter tubuh buah. Perlakuan terbaik jumlah tubuh buah jamur merang adalah (J5K2) 11,00 buah, sedangkan terendah (J4K1) 5,67 buah. Perlakuan terbaik berat basah tubuh buah jamur merang adalah (J1K1) 163,33 g, sedangkan terendah (J3K2) 83,67 g. Perlakuan terbaik diameter tubuh buah jamur merang adalah (J2K3) 3,25 cm, sedangkan terendah (J5K3) 2,29 cm.

Kata kunci: jerami, batang pisang, ketebalan, produktivitas jamur merang.

Pendahuluan

Jamur merang merupakan salah satu komoditas yang sangat besar dibagian pertanian karena mempunyai masa depan yang baik untuk dikembangkan. Menurut Faostat (2015), kebutuhan jamur merang di Indonesia tahun 2007 mencapai 48,247 ton per tahun, 2008 produksi jamur 61.349 ton per tahun dan tahun 2009 mencapai 63.000 ton per tahun. Sedangkan menurut Yuliawati (2016), menyatakan bahwa kebutuhan jamur merang di Indonesia pada tahun 2015 yaitu 17.500 ton per tahun. Jamur merang memiliki manfaat dan khasiat bagi tubuh yakni mencegah kekurangan darah (anemia), anti racun, kanker, dan menurunkan tekanan darah tinggi (hipertensi). Pada setiap 100 gram

jamur merang mengandung 6,9 gr karbohidrat, 3,8 mg protein, 1,7 gr zat besi, 0,11 mg vitamin B1, 0,17 mg vitamin B2, 8,3 gr niasin, energi 39 kalori, 6 gr lemak, dan mineral (94 mg kalsium, 3 mg fosfor, 5 mg vitamin C5), dan asam amino (asam amino esensial seperti isoleusin, leusin, lisin dan valin) (Alex, 2011).

Bahri (2015) menyatakan bahwa batang pisang merupakan salah satu limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, namun memiliki potensi yang tinggi. Salah satu manfaatnya yakni sebagai media tumbuh jamur merang. Batang pisang mengandung selulosa di atas 80 %. Komponen lignoselulosa adalah bagian terbesar yang menyusun tubuh tumbuhan. Komponen ini terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Hal ini didukung

oleh hasil penelitian Advena (2014), yang menunjukkan kandungan nilai gizi dari batang pisang yaitu bahan kering 87,70%, bahan organik 62,68%, abu 23,12%, protein kasar 4,81%, serat kasar 27,73%, lemak kasar 14,23%, hemiselulosa 20,34%, selulosa 26,64% dan lignin 9,92%. Berdasarkan pernyataan tersebut, memberikan peluang besar dalam memanfaatkan limbah batang pisang sebagai media tumbuh jamur merang.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu sudah banyak peneliti yang memanfaatkan media tumbuh jamur merang namun belum ada penelitian yang memanfaatkan media tumbuh alternatif jamur merang dari kombinasi jerami dan batang pisang. Pada umumnya budidaya jamur merang dilakukan dalam kumbung atau bedengan. Penanaman bedeng mempunyai keuntungan yaitu mudah dan efisien waktu. Namun penanaman secara bedengan memerlukan lahan yang luas, jika sebagian media terkontaminasi oleh bakteri sulit dipisahkan. Hal ini disebabkan bedeng dibuat tanpa sekat dan media ditumpuk dalam jumlah banyak, sehingga untuk mengatasinya diperlukan tempat penanaman yang memiliki sekat dan lebih mudah dipindahkan seperti keranjang.

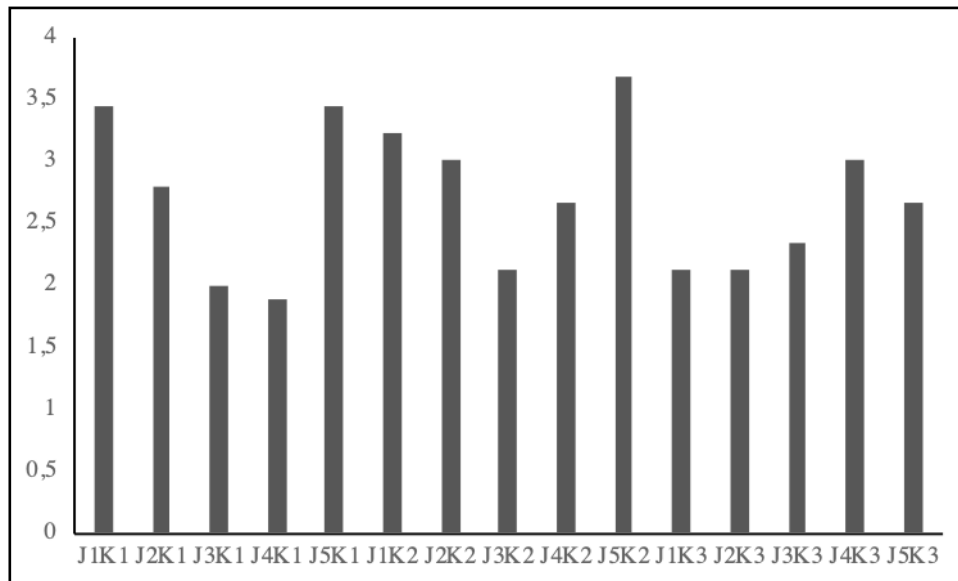
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan peneliti ingin melakukan penelitian berjudul “Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Pada Media Jerami Dengan Penambahan Batang Pisang Yang Ditanam Dalam Keranjang”. Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui produktivitas jamur merang pada media jerami dengan penambahan batang pisang yang ditanam dalam keranjang.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Dukuh Krokosan, RT 14 RW 07, Desa Sidowayah, Klaten, pada bulan September 2018 - Juni 2019. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri atas 2 faktor, yakni faktor 1 adalah komposisi jerami dan batang pisang, faktor 2 yaitu ketebalan media. Tiap perlakuan masing-masing dilakukan 3 kali pengulangan. Subjek penelitian adalah pengaruh penambahan limbah batang pisang dan jerami. Adapun parameter penelitian ini adalah berat basah tudung buah, diameter tudung buah, jumlah tudung buah. Analisis data menggunakan Anova dua jalan (*Two Way Anova*).

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan produktivitas jumlah tubuh buah, berat basah, dan diameter tubuh buah jamur merang menggunakan media jerami dan batang pisang dengan perbandingan berat (jerami : batang pisang) yaitu 0 g : 2000 g, 500g : 1500 g, 1000 g : 1000 g, 1500 g : 500 g dan 2000 g : 0 g (kontrol) serta perlakuan penanaman dengan ketebalan media 25 cm, 30 cm dan 35 cm hasil perlakuan terbaik rerata **Jumlah Tubuh Buah** jamur merang yang paling tinggi adalah J5K2 (media jerami 2000 g dan Batang Pisang 0 g pada ketebalan media 30 cm) dengan rerata 3,67 buah, sedangkan rerata jumlah tubuh buah jamur merang paling rendah adalah perlakuan J4K1 (media jerami 1500 g dan Batang Pisang 500 g pada ketebalan media 25 cm) yaitu 1,89 buah.



Gambar 1. Grafik jumlah total tubuh buah jamur merang (buah)

Batang pisang mengandung selulosa diatas 80 % (Bahri, 2015). Sedangkan menurut Rahmawati (2017), batang pisang mengandung selulosa sekitar 60-65%, hemiselulosa 6-8%, dan lignin 5-10%, dan sisanya adalah zat ekstraktif. Hal ini dibenarkan oleh Holtzappple *et al* (2003), bahwa komponen lignoselulosa adalah bagian terbesar yang menyusun tubuh tumbuhan. Menurut Lynd *et al* (2002), komponen ini terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan dalam batang pisang tersebut diperkirakan dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif untuk pertumbuhan jamur sebagai pengganti jerami. Metode Penanaman dalam keranjang dapat mengoptimalkan pertumbuhan

jamur merang karena miselium jamur merang tumbuh tidak hanya keluar dari cincin baglog. Penggunaan keranjang dapat membuat penyebaran miselium merata di seluruh permukaan keranjang.

Penambahan batang pisang 2000 g tanpa tambahan jerami menyebabkan lambatnya proses penguraian dan pemenuhan nutrisi bagi jamur karena kandungan lignin pada batang pisang relatif lebih tinggi dibandingkan jerami. Banyaknya miselium sangat mempengaruhi banyaknya jumlah tubuh buah jamur merang. Waktu tumbuh miselium pada penelitian bervariasi sehingga terjadi perbedaan waktu panen.



Gambar 2. J5K2 (media jerami 2000 g : batang pisang 0 g pada ketebalan media 30 cm)



Gambar 3 J4K1 (media jerami 1500 g : batang pisang 500 g pada ketebalan media 25 cm)

Berdasarkan tabel 1, media yang paling bagus untuk pertumbuhan jamur merang yaitu pada J5 (jerami 2000 g dan batang pisang 0 g). Sedangkan media yang kurang bagus

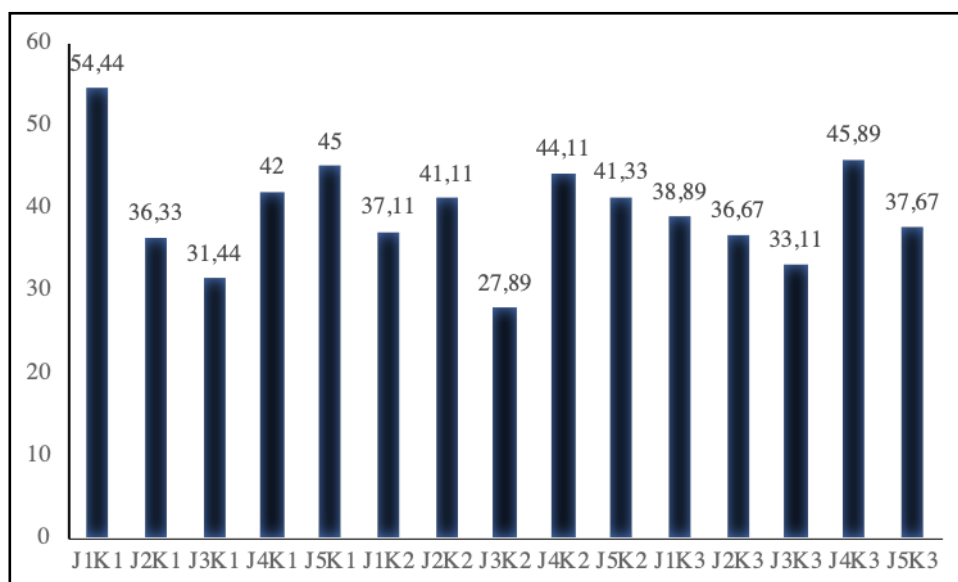
untuk pertumbuhan jamur merang yaitu J4 (jerami 500 g dan batang pisang 1500 g). Hal ini disebabkan karena kurangnya nutrisi dari jerami. Pada ketebalan media untuk jumlah

tubuh buah jamur merang paling bagus yaitu pada perlakuan K3 (25 cm) dan yang kurang bagus pada perlakuan K2 (35 cm).

Pengaruh pengomposan juga dapat mempengaruhi jumlah miselium yang terbentuk. Menurut Mufarrihah (2009), Penambahan bekatul 20 % mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk pembentukan miselium yang banyak sehingga mampu untuk membentuk badan buah yang banyak pula. Namun bekatul yang digunakan dalam penelitian adalah 10 %, sehingga pertumbuhan badan buah relatif tidak banyak. Jumlah tudung buah juga dipengaruhi oleh penyebaran bibit. Penyebaran bibit yang dilakukan pada masa pembibitan adalah segenggam tangan yang ditaburkan

rata di atasnya. Metode yang digunakan adalah metode penyebaran bibit secara merata di atas permukaan media. Kemungkinan besar yang terjadi adalah penyebaran bibit yang relatif kurang sehingga tudung buah yang dihasilkan sedikit atau bibit sebaran yang sudah mengalami pengeringan sehingga menyebabkan miselium tumbuh relatif sedikit. Selain itu kapur dolomit yang digunakan sebesar 2 %, digunakan untuk menjaga stabilitas pH.

Interaksi antara batang pisang dengan ketebalan media memperoleh nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0.289 < 2.27$) yang berarti tidak signifikan, jadi interaksi antara batang pisang dengan ketebalan media tidak berpengaruh terhadap jumlah tubuh buah jamur merang.



Gambar 4. grafik berat basah total tubuh buah jamur merang (g)

Berdasarkan gambar 4, diperoleh hasil perlakuan terbaik rerata berat basah tubuh buah jamur merang adalah J1K1 (media jerami 0 g dan batang pisang 2000 g pada ketebalan media 25 cm) dengan 54,44 g, sedangkan rerata berat basah tubuh buah jamur merang paling rendah adalah perlakuan J3K2 (media jerami 1000 g dan batang pisang 1000 g pada ketebalan media 30 cm) yaitu 27,89 g.

Nutrisi yang terkandung dalam media jamur mempengaruhi berat badan buah jamur yang dihasilkan. Batang pisang memenuhi syarat penyedia nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan jamur merang yaitu berupa selulosa

60-65% dengan kadar yang jauh lebih tinggi dari kandungan selulosa pada jerami. Pada media batang pisang mempunyai cadangan energi yang membantu merangsang produktivitas jamur merang. Secara fisik jamur yang dihasilkan dari perlakuan perbedaan berat batang pisang ini terdapat perbedaan, semakin sedikit batang pisang yang ditambahkan maka tekstur jamur semakin berair dan ukuran semakin kecil sehingga akan mempengaruhi berat jamur merang.

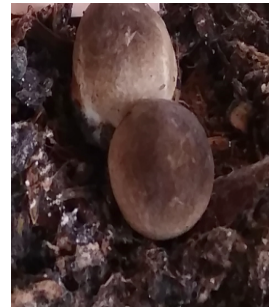
Pada dasarnya batang pisang dapat dijadikan sebagai bahan dasar untuk media tumbuh jamur merang karena memenuhi beberapa komponen unsur hara yang relatif dibutuhkan oleh jamur

merang seperti nitrogen. Nitrogen berfungsi untuk membantu pembentukan badan buah. Tanaman yang kekurangan nitrogen akan menghasilkan buah yang kecil, buah terlalu cepat tua dan pengeringan tanaman. Menurut Widyastuti (2008), nitrogen

adalah salah satu unsur hara yang dibutuhkan jamur. Komponen nitrogen yang terdapat pada batang pisang relatif lebih sedikit sehingga unsur nitrogen dapat diperoleh dari bahan campuran lain seperti bekatul.



Gambar 5. J1K1 (media jerami 0 g : batang pisang 2000 g pada ketebalan media 25 cm)



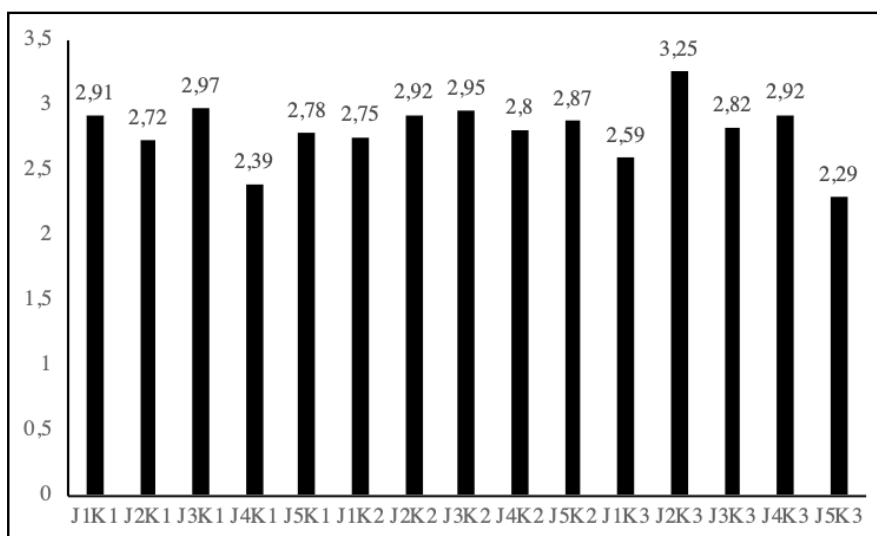
Gambar 6. J3K2 (media jerami 1000 g : batang pisang 1000 g pada ketebalan media 25 cm)

Media yang paling bagus untuk berat basah tubuh buah yaitu pada perlakuan J4 (jerami 1500 g dan batang pisang 500 g) sedangkan yang kurang bagus pada perlakuan J3 (batang pisang 1000 g dan jerami 1000 g). Ketebalan media yang paling bagus untuk berat basah tubuh buah yaitu K1 (25 cm) dan yang kurang bagus pada perlakuan K2 (30 cm). Jadi semakin tebal media maka berat basah tubuh buah semakin sedikit. Media jerami padi baik bagi penambahan berat basah karena jerami padi mengandung selulosa yang baik untuk pertumbuhan budidaya jamur (Suharjo, 2010).

$F_{\text{tabel}} (0.627 < 2.27)$ artinya tidak signifikan jadi interaksi antara kulit singkong dengan ketebalan media tidak berpengaruh terhadap berat basah tubuh buah jamur merang.

Diameter tubuh buah. Hasil pengamatan produktivitas diameter tubuh buah jamur merang menggunakan media jerami dan batang pisang dengan perbandingan berat (jerami : batang pisang) yaitu 0 g : 2000 g, 500g : 1500 g, 1000 g : 1000 g, 1500 g : 500 g dan 2000 g : 0 g (kontrol) serta perlakuan penanaman dengan ketebalan media 25 cm, 30 cm dan 35 cm dari panen ke-1, panen ke-2 dan panen ke-3.

Interaksi antara kulit singkong dengan ketebalan media memperoleh nilai $F_{\text{hitung}} <$



Gambar 7. Grafik diameter total tubuh buah jamur merang (cm)

Berdasarkan gambar 7 diperoleh hasil perlakuan terbaik rerata diameter tubuh buah jamur merang adalah J2K3 (media jerami 500 g dan batang pisang 1500 g pada ketebalan media 35 cm) yaitu 3,25 cm, sedangkan akumulasi diameter tubuh buah jamur merang paling rendah adalah perlakuan J5K3 (media jerami 2000 g dan batang pisang 0 g pada ketebalan media 35 cm) yaitu 2,29 cm.

Hasil analisis Anova menunjukkan bahwa perbedaan komposisi media yang digunakan dan ketebalan media tidak berpengaruh terhadap diameter tubuh buah jamur merang.



Gambar 8. J2K3 (media jerami 2000 g : batang pisang 0 g pada ketebalan media 30 cm)

Perlakuan J5K3 menunjukkan diameter tubuh buah terkecil dibandingkan perlakuan yang lain. Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan tertinggi dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi. Kandungan nutrisi dari batang pisang sebagai media tanam yang kaya akan hemiselulosa dan selulosa akan digunakan untuk pemenuhan kebutuhan fisiologis jamur. Dengan terpenuhinya asupan nutrisi pada media tanam maka sel-sel hifa akan tumbuh menjadi miselium dan jamur dewasa. Hal ini terlihat pada karakteristik morfologis berupa besarnya tubuh buah jamur.

Penambahan batang pisang pada media akan menambah kandungan karbohidrat di dalamnya. Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber karbon. Karbon dibutuhkan untuk keperluan energi dan struktural sel jamur. Senyawa karbon yang dapat digunakan oleh jamur diantaranya monosakarida, oligosakarida, asam organik, selulosa dan lignin. Sumber karbon yang paling mudah

Hal ini terlihat jelas pada grafik diatas bahwa diameter tubuh buah di setiap perlakuan tidak ada perbedaan yang nyata. Hal ini disebabkan karena persaingan ruang tumbuh dan kontaminasi. Setiap keranjang ditumbuhi sekitar 1-6 buah jamur merang sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi dari media. Selain itu faktor utama yang menyebabkan rata-rata diameter tubuh buah tidak berbeda nyata adalah faktor genetik yang sama karena dalam penelitian ini hanya menggunakan satu varietas jamur yaitu jamur merang (*Volvariella volvaceae*).



Gambar 9. J5K3 (media jerami 1500 g : batang pisang 500 g pada ketebalan media 25 cm)

untuk diserap adalah gula glukosa. Namun jika kadar karbondioksida didalam kumbung mencapai 5% tubuh buah jamur tidak dapat terbentuk secara sempurna (Tjokrokusumo, 2008).

Media yang paling bagus untuk diameter tubuh buah yaitu pada perlakuan J2 (jerami 500 g dan batang pisang 1500 g) sedangkan yang kurang bagus pada perlakuan J5 (media jerami 2000 g dan batang pisang 0 g pada ketebalan media 35 cm).

Interaksi antara batang pisang dengan ketebalan media memperoleh nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($1.134 < 2.27$) artinya tidak signifikan jadi interaksi antara batang pisang dengan ketebalan media tidak berpengaruh terhadap diameter tubuh buah jamur merang. Metode penanaman dalam keranjang juga memiliki kelemahan seperti media tumbuh yang relatif kehilangan panas. Sedangkan berdasarkan penelitian Wardani (2010), kebutuhan pH berkisar antara 6,3-6,8 berbeda halnya dengan

Achmad (2011), pH yang sesuai untuk jamur merang adalah 6,8-7.

Perbandingan hasil produktivitas jamur merang tiap perlakuan ditunjukkan pada gambar 4 terlihat perbedaan produktivitas jamur merang untuk masing-masing perlakuan. Beberapa faktor yang mungkin dapat mempengaruhi produktivitas dari jamur merang selain dari ketersediaan nutrisi juga dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, oksigen, cahaya. Kisaran suhu yang relatif digunakan adalah suhu 13,5 °C sampai dengan 18,6 °C. Kisaran suhu ini memicu pembentukan dari tudung buah yang mempengaruhi pertumbuhan dari jamur.

Menurut Saputra (2016), kelembaban merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam pertumbuhan miselium menjadi tubuh buah. Untuk produksi optimum jamur merang adalah 65%. Sedangkan untuk perkembangan miselium adalah 87-90%. Jika kelembaban terlalu tinggi (95-100%) menyebabkan jamur merang mudah busuk, berwarna kecoklatan, dan layu. Hasil penelitian Pratiwi (2017), menunjukkan bahwa jika kelembaban terlalu rendah (kurang dari 80%) mengakibatkan tubuh buah mengecil, tangkai bunganya

panjang dan kurus, serta payung jamur mudah terbuka dan pertumbuhan jamur kerdil.

Penutup

Berdasarkan analisis varians menunjukkan bahwa ketebalan media tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah, berat dan diameter tubuh buah. Perlakuan terbaik jumlah tubuh buah jamur merang adalah J5K2 (jerami 2000 g, batang pisang 0 g dengan ketebalan media 30 cm) yaitu 11,00 buah, sedangkan terendah J4K1 (jerami 1500 g, batang pisang 500 g dengan ketebalan media 25 cm) yaitu 5,67 buah. Perlakuan terbaik berat basah tubuh buah jamur merang adalah J1K1 (jerami 0 g, batang pisang 2000 g dengan ketebalan media 25 cm) yaitu 163,33 g, sedangkan terendah J3K2 (jerami 1000 g, batang pisang 1000 g dengan ketebalan media 30 cm) yaitu 83,67 g. Perlakuan terbaik diameter tubuh buah jamur merang adalah J2K3 (jerami 500 g, batang pisang 1500 g dengan ketebalan media 35 cm) 3,25 cm, sedangkan terendah J5K3 (jerami 2000 g, batang pisang 0 g dengan ketebalan media 35 cm) yaitu 2,29 cm.

Daftar Pustaka

- Achmad, dkk. 2001. *Panduan Lengkap Jamur*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Alex, M. S. 2011. *Untung Besar Budi Daya Aneka Jamur*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Advena, Diandra. 2014. Fermentasi Batang Pisang Dengan Menggunakan Prebiotic Dan Lama Inkubasi Berbeda Terhadap Perubahan Terhadap Kandungan Bahan Kering, Protein Kasar, Dan Serot Kasar. *Skripsi*. Universitas Taman Siswa.
- Bahri, Syamsul. 2015. Pembuatan Pulp Dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. No. 4, Vol. 1.
- Faostat. 2015. Fao Statistical Paketbook Word Food And Agriculture. *Food And Agriculture Organization Of The United Nations*; Fao.
- Holtzapple, M. T. 2003. Hemicelluloses. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. PP: 3060-30171. Academic Press.
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H van Zyl WH and I.S. Pretorius. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbial. Mol. Boil. Rev.* 66(3).
- Mufarrihah, Lailatul. 2009. Pengaruh Penambahan Bekatul Dan Ampas Tahu Pada Media Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*). *Skripsi*. Jurusan Biologi

- Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negri Malang. Hal:1-108.
- Pratiwi, Alfiani Indah. 2017. Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Pada Media Campuran Tongkol Jagung dan Jerami Padi Dengan Cara Penanaman yang Berbeda. *Skripsi*. Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal: 1-11.
- Rahmawati, Arini Hidayah. 2017. Produktivitas Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) Menggunakan Tambahan Media Aren Dan Batang Semu Pisang. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal:1-10.
- Saputra, Wanda. 2016. *Budidaya Jamur Merang*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Suharjo, Enjo. 2010. *Bertanam Jamur Merang Di Media Kardus, Limbah Kapas, dan Limbah Pertanian*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Tjokrokusumo, D. 2008. Jmaur Tiram (*Pleurotus ostreotus*) untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Rehabilitasi lingkungan. *JRL*, 4(1) : 53-62.
- Wardani, Isnaini. 2010. *Budidaya Jamur Konsumsi*. Yogyakarta: Andi Ofset.
- Widyastuti, B. 2008. *Budidaya Jamur Kompos: Jamur Merang, Jamur Kancing (Champignon)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yuliawati, Tetty. 2016. *Pasti Untung dari Budidaya Jamur*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.

JENIS-JENIS KELELAWAR PEMAKAN BUAH SUBORDO MEGACHIROPTERA DAN SEBARAN SPASIAL DI KECAMATAN GUNUNGWUNGKAL KABUPATEN PATI

Tsania Zuyyina Fithria*, Bambang Priyono, Ning Setiati, Partaya

Program Studi Biologi/Jurusan Biologi/Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Kampus Sekaran

*Email: tsaniazuyyina@gmail.com

Paper submit: 21 Agustus 2019, Paper publish: September 2020

Abstrak-Kelelawar merupakan mamalia yang dapat terbang yang berasal dari ordo Chiroptera dengan kedua kaki depan yang berkembang menjadi sayap. Jenis-jenis spesies kelelawar mewakili sekitar 24% dari semua spesies mamalia. Kecamatan Gunungwungkal mempunyai potensi sumber daya alam dengan banyaknya pohon buah. Masyarakat pada umumnya menganggap kelelawar sebagai hama karena memakan buah-buahan dari tanaman budidaya perkebunan, sehingga banyak perburuan kelelawar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis kelelawar pemakan buah Subordo Megachiroptera dan sebaran spasial di Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati. Sampel kelelawar buah diambil 3 titik yaitu Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi. Setiap titik pengambilan sampel masing-masing dipasang 3 mistnet. Sampel diambil berdasarkan karakter masing-masing titik dari beberapa macam pohon buah yang diperkirakan terdapat jenis-jenis kelelawar buah. Kelelawar buah Subordo Megachiroptera yang tertangkap sebanyak 419. Jumlah total *Cynopterus minutus* sebanyak 260 ekor sedangkan *Macroglossus minimus* sebanyak 159 ekor. Sebaran spasial *Cynopterus minutus* ditemukan paling banyak di Desa Pesagen karena mempunyai lebih banyak kebun buah rambutan, kelengkeng, matoa, sawo manila. *Macroglossus minimus* ditemukan paling banyak di Desa Jrahi karena terdapat kebun pisang yang lebih banyak.

Kata kunci: *Cynopterus*, Kelelawar Buah, *Macroglossus*, Sebaran Spasial, Subordo Megachiroptera

Pendahuluan

Kelelawar merupakan mamalia termasuk dalam ordo Chiroptera. Chiroptera berasal dari bahasa Yunani “*cheir*” yang berarti tangan dan “*pteros*” berarti selaput, atau dapat diartikan sebagai “sayap tangan”, karena kaki depannya termodifikasi menjadi sayap. Berbeda dengan sayap pada burung, sayap kelelawar merupakan perluasan tubuh, tidak berambut terbentuk dari membran elastis berotot dan dinamakan *patagium*. Sayap kelelawar membentang di antara tulang-tulang telapak dan jari tangan atau anggota tubuh bagian depan sampai sepanjang sisi samping tubuh dan kaki belakang. Sayap kelelawar berfungsi untuk terbang dan untuk menyelimuti tubuhnya ketika bergantung terbalik (Corber & Hill, 1992). Kelelawar atau mamalia yang dapat terbang jumlahnya di dunia mencapai 18 famili, sekitar 192 genus dan 977

spesies kelelawar. Jumlah jenisnya merupakan kedua terbesar sesudah ordo binatang pengerat (*Rodentia*) dalam Kelas Mammalia ((Nowak, 1983). Di Indonesia terdapat 215 jenis kelelawar yang menyebar di seluruh Kepulauan Indonesia. Habitat kelelawar antara lain gua karst, pohon, dan atap rumah (Suyanto, 2001).

Secara umum, kelelawar yang tergolong ke dalam Ordo Chiroptera dapat dikelompokkan ke dalam 2 Subordo yaitu Subordo Megachiroptera (Pemakan buah-buahan) dan subordo Microchiroptera (Pemakan serangga). Kelelawar subordo Megachiroptera 20% dan lebih dari 50% kelelawar subordo Microchiroptera memilih tempat bertengger di dalam gua. Keberadaan kelelawar di dalam gua, dapat berperan sebagai kunci penyedia energi ekosistem (*key factor in cycle energy*) bagi organisme yang ada di dalam gua. Oleh sebab itu, apabila ekosistem gua tidak dikelola dengan baik, dapat mengganggu

keeseimbangan ekosistem, baik ekosistem yang ada di dalam gua maupun ekosistem yang ada di luar gua (Wijayanti, 2011).

Kelelawar memiliki peranan penting dalam ekosistem. Kelelawar berfungsi sebagai pemencar biji tumbuh-tumbuhan di hutan tropik. Perilaku makan dan kemampuan terbang yang jauh menyebabkan daya pencar biji-bijian pun jauh. Fungsi lainnya yaitu sebagai penyerbuk bunga. Terdapat sekitar 300 jenis tanaman tropik yang penyerbukannya dilakukan oleh kelelawar. Contoh tanaman bernilai ekonomi yang dibantu penyerbukannya oleh kelelawar adalah durian (*Durio zibethinus*), aren (*Arenga sp*), petai (*Parkia speciosa*), kapuk randu (*Ceiba pentandra*), pisang-pisangan (*Musa sp*), kelapa (*Cocos nucifera*) (Suyanto, 2003).

Masyarakat pada umumnya menganggap kelelawar sebagai hama karena memakan buah-buahan dari tanaman budidaya, sehingga banyak perburuan kelelawar dan populasi kelelawar di alam menurun. Berdasarkan survey di daerah Gunungwungkal Kabupaten Pati terdapat banyak pohon-pohon buah. Kelelawar pemakan buah ini dianggap sebagai hama yang memakan buah-buahan dari perkebunan masyarakat di daerah Gunungwungkal Kabupaten Pati. Daerah Gunungwungkal Kabupaten Pati banyak menghasilkan buah-buahan diantaranya buah rambutan, durian, matoa, pepaya, mangga, jambu biji, kelengkeng, langsep/duku, pisang, jambu putih, jeruk, sawo manila dan lain-lainnya. Potensi sumber daya alam dengan banyaknya pohon buah yang terdapat di daerah Gunungwungkal Kabupaten Pati memungkinkan juga banyak kelelawar buah. Kelelawar biasanya aktif mencari makan dan terbang hanya pada malam hari. Hal ini dikarenakan kelelawar sangat sensitif terhadap dehidrasi (kekurangan air). Apabila siang hari kelelawar tidur dengan bergelantungan terbalik. Habitat kelelawar biasanya di ekosistem yang memiliki komponen pohon sebagai penyedia sumber makanan bagi kelelawar antara lain perkebunan yang mempunyai potensi tumbuhan berbuah. Kelelawar pemakan buah dapat menyebarkan biji sekitar 47 spesies tanaman berbeda pada setiap jenis kelelawar

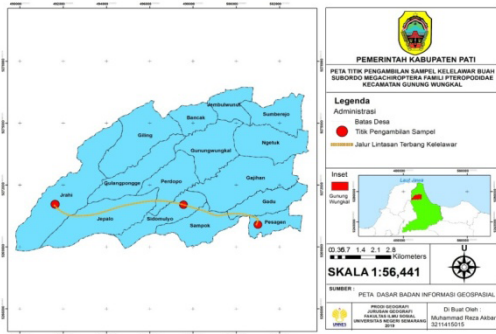
(Lopez & Voughan, 2007).

Oleh karena itu, penulis mencoba menyajikan informasi terkait dengan keragaman kelelawar buah (subordo Megachiroptera; famili Pteropodidae) di daerah Gunungwungkal kabupaten Pati. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis kelelawar buah Subordo Megachiroptera dan kelelawar buah yang paling banyak menyerang tumbuhan berbuah di Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama dua bulan pada tanggal 30 Januari sampai 30 Maret 2019 di Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati yang mempunyai keragaman Kelelawar buah dengan didukung oleh potensi banyaknya pohon buah antara lain rambutan, durian, matoa, pepaya, mangga, jambu biji, kelengkeng, langsep/duku, pisang, jambu putih, jeruk, sawo manila dan lain-lain. Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif. Penelitian ini menggunakan metode eksplorasi, yaitu pengamatan atau pengambilan sampel langsung dari lokasi pengamatan. Populasi dalam penelitian ini adalah semua keragaman kelelawar buah Subordo Megachiroptera; Famili Pteropodidae di kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati. Sampel dalam penelitian ini adalah kelelawar buah Subordo Megachiroptera; Famili Pteropodidae yang tertangkap di kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati.

Pengambilan sampel kelelawar diambil 3 titik yaitu Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati. Setiap titik pengambilan sampel masing-masing dipasang 3 mistnet. Pengambilan sampel diambil berdasarkan karakter masing-masing titik dari beberapa macam pohon buah yang diperkirakan terdapat keragaman kelelawar buah. Faktor abiotik diantaranya sinar matahari, jenis tanah lempung yang berwarna kemerahan, udara, dan suhu 25 °C. Berikut merupakan peta titik pengambilan sampel.



Gambar 2.1 Titik Pengambilan Sampel

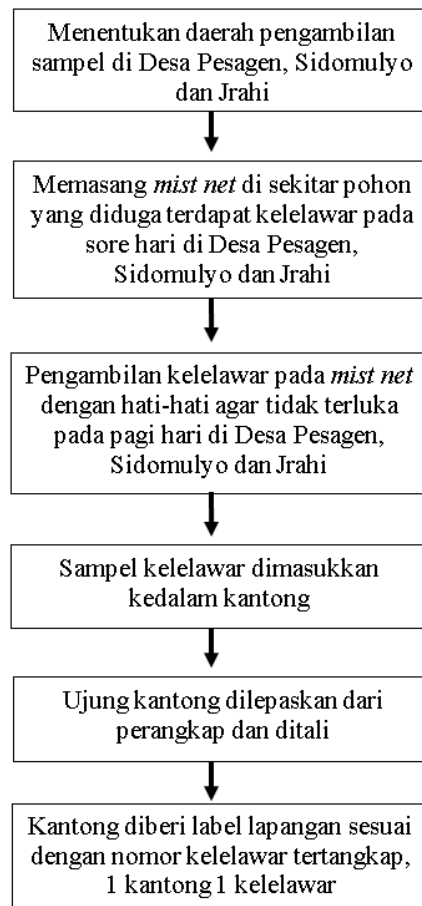
Titik pertama yaitu Desa Pesagen yang terdapat banyak pohon buah dan dikelilingi oleh kebun-kebun buah diantaranya pohon buah

rambutan, durian, matoa, pepaya, pisang, mangga, kelengkeng, dan sawo manila. Titik kedua yaitu Desa Sidomulyo terdapat beberapa kebun buah diantaranya buah langsep/duku, matoa, pisang, rambutan, durian, pepaya dan jeruk. Titik ketiga yaitu Desa Jrahi yang terdapat kebun buah diantaranya pohon buah mangga, pisang, durian, rambutan, jambu biji dan kelengkeng.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya kantong kelelawar, label lapangan, kapas beralkohol, penggaris/mikrometer, timbangan, form lapangan, alat tulis, masker, *handscoon*, kamera.

Rancangan Penelitian

- a. Memasang dan mengambil kelelawar dari *mist net*



Gambar 2.2 Diagram Alur Pengambilan Kelelawar

- b. Pengukuran
Langkah-langkah pengukuran kelelawar meliputi : Panjang Total (*Total Length*),

Panjang Ekor (*Tail*), Panjang Kaki Belakang (*Hind Foot*), Panjang Telinga (*Ear*), Panjang tragus/antitragus kelelawar,

- Panjang rentang sayap kelelawar (*Wing span*), Panjang lengan bawah kelelawar (*Fore arm*), Panjang betis kelelawar (*Tibia*), Pengukuran berat kelelawar, Identifikasi kelelawar
- c. Dokumentasi
- Pengambilan gambar dilakukan pada sisi depan, samping (kanan atau kiri) dan bentang sayap, serta ciri khusus yang ditemukan. Persyaratan lain dalam pengambilan gambar adalah menyertakan

alat ukur atau penggaris dan label yang jelas.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati dengan memasang mistnet pada 3 titik. Jumlah kelelawar buah Subordo Megachiroptera yang tertangkap sebanyak 419 ekor (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Jenis Individu dan Komposisi Kelelawar Buah Subordo Megachiroptera di Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati, Jawa Tengah

Desa	Titik Pengambilan Sampel	<i>Cynopterus minutus</i>	<i>Macroglossus minimus</i>
Pesagen	1	49	8
	2	39	3
	3	34	17
Jumlah total		122	28

Desa	Titik Pengambilan Sampel	<i>Cynopterus minutus</i>	<i>Macroglossus minimus</i>
Sidomulyo	1	40	9
	2	30	14
	3	33	7
Jumlah total		103	30

Desa	Titik Pengambilan Sampel	<i>Cynopterus minutus</i>	<i>Macroglossus minimus</i>
Pesagen	1	15	29
	2	15	38
	3	5	34
Jumlah total		35	101

Kelelawar buah Subordo Megachiroptera yang tertangkap yaitu spesies *Cynopterus minutus* dan *Macroglossus minimus*. Pemasangan perangkap kelelawar dengan menggunakan *mist net* dilakukan pada pukul 17.00 WIB pada jalur terbang kelelawar yang berada di sekitar kebun buah. Sebelumnya dilakukan pengukuran fisik seperti suhu dan kelembaban. Kelelawar yang tersangkut kemudian dipindahkan ke dalam kantong blacu dan ujung kantong ditali. Kelelawar yang tertangkap kemudian ditimbang dan diukur dengan jangka sorong/penggaris untuk mengetahui morfometrik tubuh kelelawar.

Perbedaan-perbedaan ukuran morfometrik kelelawar dapat dipengaruhi oleh faktor usia kelelawar dan kondisi lingkungan tempat tinggal kelelawar. Perbedaan kelelawar jantan dan betina adalah pada kelenjar susu yang hanya dimiliki kelelawar betina. Mamalia pada umumnya, kelenjar susu berfungsi untuk menyusui bayi kelelawar.

Desa Pesagen merupakan titik pertama yang dikelilingi oleh kebun-kebun buah diantaranya pohon buah rambutan, matoa dan sawo manila. Berdasarkan hasil penelitian di Desa Pesagen didapatkan sebanyak 150 individu. Berdasarkan jenisnya yaitu *Cynopterus minutus* dengan

individu jantan 96 ekor dan betina 26 ekor. Jumlah *Macroglossus minimus* dengan individu jantan 24 ekor dan betina 4 ekor. Jenis-jenis kelelawar yang tertangkap di Desa Pesagen untuk mengetahui jenisnya maka dilakukan pengamatan morfologi pada kelelawar tersebut.

Desa Sidomulyo merupakan titik kedua yang terdapat beberapa kebun buah diantaranya pohon buah duku, matoa, pisang dan durian. Berdasarkan hasil penelitian di Desa Sidomulyo didapatkan sebanyak 133 individu. Berdasarkan jenisnya yaitu *Cynopterus minutus* dengan individu jantan 80 ekor dan betina 23 ekor. Jumlah *Macroglossus minimus* dengan individu jantan 27 ekor dan betina 3 ekor. Jenis-jenis kelelawar yang tertangkap di Desa Sidomulyo untuk mengetahui jenisnya maka dilakukan pengamatan morfologi pada kelelawar tersebut.

Desa Jrahi merupakan titik ketiga yang terdapat beberapa kebun buah diantaranya pohon buah mangga, pisang, dan kelengkeng. Berdasarkan hasil penelitian di Desa Jrahi didapatkan sebanyak 136 individu. Berdasarkan jenisnya yaitu *Cynopterus minutus* dengan individu jantan 32 ekor dan betina 3 ekor. Jumlah *Macroglossus minimus* dengan individu jantan 80 ekor dan betina 21 ekor. Jenis-jenis kelelawar yang tertangkap di Desa Jrahi untuk mengetahui jenisnya maka dilakukan pengamatan morfologi pada kelelawar tersebut.

Sebaran spasial kelelawar pemakan buah di Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi berbeda. Desa Pesagen paling banyak didominasi oleh kelelawar buah *Cynopterus minutus* Miller. Desa Sidomulyo juga paling banyak didominasi kelelawar buah *Cynopterus minutus* namun jumlahnya lebih banyak di Desa Pesagen. Berbeda dengan Desa Jrahi, Desa Jrahi paling banyak didominasi oleh kelelawar buah *Macroglossus minimus* (E. Geoffroy) dikarenakan Desa Jrahi lebih banyak terdapat kebun buah pisang.

Faktor lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap ukuran tubuh kelelawar adalah kompetisi untuk mendapatkan pakan (Ihdia, 2006). Area untuk mencari pakan dan komposisi pakan sangat dipengaruhi musim bunga dan panen buah (Maryati, 2008). Kelelawar cenderung memilih sarang yang dekat dengan sumber pakan (Wijayanti, 2001). Kelelawar menempati habitat tertentu untuk melakukan aktivitas yang berbeda. Habitat kelelawar umumnya ditemukan mulai dari pantai sampai pegunungan. Pada umumnya kelelawar melakukan aktivitas pada malam hari dan beristirahat pada siang hari. Kelelawar beristirahat di pepohonan tertentu (Hodgkinson & Balding, 2003). Jenis-jenis kelelawar yang menempati wilayah geografi kecil atau memiliki ekologi khas memiliki ancaman kepunahan yang tinggi (Myers, 2005).

Simpulan

- a. Jenis- jenis kelelawar buah Subordo Megachiroptera di Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati dari Desa Pesagen, Sidomulyo, dan Jrahi yang tertangkap menggunakan *mistnet* semua teridentifikasi sebagai Subordo Megachiroptera masuk ke dalam genus *Cynopterus* dan *Macroglossus*. Spesies *Cynopterus minutus* Miller dan *Macroglossus minimus* (E. Geoffroy).
- b. Sebaran spasial *Cynopterus minutus* ditemukan paling banyak di Desa Pesagen dengan jumlah 122 individu. Sebaran spasial *Macroglossus minimus* ditemukan paling banyak di Desa Jrahi dengan jumlah 101 individu. Desa Sidomulyo *Cynopterus minutus* Miller 103 individu dan *Macroglossus minimus* (E. Geoffroy) yaitu sebanyak 30 individu

Daftar Pustaka

- Corbet, G.B. and Hill, J. E. 1992. *The Mammals of the Indomalayan Region : A Systematic Review*, Oxford University Press, Oxford.
- Nowak L, 1983. *Walker's Mammals of the World*, Vol.1. Baltimore and London: John Hopkins University Press.
- Suyanto, A. 2001. *Kelelawar di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi LIPI. Bogor.
- Wijayanti, F. 2011. Ekologi, relung pakan, dan strategi adaptasi kelelawar penghuni gua di Karst Gombong Kebumen Jawa Tengah. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suyanto, A. 2003. Kelelawar pemakan buah dan Taman Nasional Gunung Halimun. *Zoo Indonesia*, 5 (2): Hal 31-40.
- Lopez, J. E., dan C. Voughan. 2007. Food Niche Overlap Among Neotropical Frogivorous Bats in Costa Rica. *Biological Tropical*, 55 (1): 301-313.
- Sinaga, M., A. S. Ahmadi dan I. Maryanto. 2006. *Peran Kelelawar Gua dalam Keseimbangan Ekosistem. Manajemen Bioregional: Karst, Masalah dan Pemecahannya*. (Editor: Ibnu Maryanto, Mas Noerdjito dan R. Ubaidillah). Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Ihdia, W. 2006. Variasi morfologi antar populasi kelelawar *Chironax melanocephalus* di Indonesia . Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Maryati. 2008. Identifikasi sumber pakan kelelawar pemakan buah dan nektar sub ordo Megachiroptera berdasarkan analisis pollen di kawasan Taman Nasional Gunung Cerman. *Journal of Repository IPB*. 23-24.
- Wijayanti. 2001. *Komunitas Fauna Gua Petruk dan Gua Jatijajar Kabupaten kebumen Jawa Tengah*. (Tesis tidak dipublikasikan: Progam Pasca Sarjana Universitas Indonesia Jakarta).
- Hodgkinson dan Balding. 2003. *Walker's bats of the World*. John Hopkins, University Press. Baltimore dan London. *In* A Suyanto. 2001. *Kelelawar di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi – LIPI. Bogor.
- Wund M, Myers P. 2005. Chiroptera. Animal Diversity Web. Tersedia pada: <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Chiroptera.html>. Di akses pada 23 Februari 2018. Pukul 08:20 WIB.