

## EDITORIAL

*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Puji syukur, kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmatnya sehingga jurnal BIOEKSPERIMEN Volume 7 No. 2 September 2021 dapat diterbitkan dengan tepat waktu. Sholawat serta salam kami panjatkan kepada nabi Muhammad Rasulullah SAW.

Pada edisi ini, redaksi menerbitkan artikel ilmiah hasil penelitian dan review dalam cakupan bidang ilmu murni dan terapan Biologi meliputi Botani, Zoologi, Lingkungan, dan Mikrobiologi. Khusus pada edisi ini terdapat 10 naskah baik internal maupun eksternal dengan tema yang beragam. Diharapkan artikel-artikel yang tercantum dalam edisi ini bisa memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu dan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain untuk kelanjutan dan pengembangannya. Redaksi juga berharap peneliti lain untuk mempublikasikan hasil penelitiannya di BIOEKSPERIMEN pada edisi-edisi mendatang.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada reviewer yang secara detail terdapat di lembar ucapan terimakasih dan kepada penulis. Semoga edisi ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Aamiin...

*Wassalamu'aaikum, Wr.Wb.*

Dewan Redaksi



**Teknologi *Vertebroplasty* Untuk Menangani Fraktur Kompresi Tulang Belakang Manusia Akibat Penyakit *Osteoporosis***

Helen Melenia Sianipar, Maria Kezia Gag hunting, Rafika Exaudy Samosir, dan Wahyu Irawati....56-65

**Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah**

Efri Roziaty, Santhyami, Annur Indra Kusumadhani, dan Muhammad Iqbal Bayu Asy'ari .....66-73

**Karakterisasi Isolat Bakteri Penghasil Kitinase Dan Glukanase Serta Uji Efektifitasnya Terhadap Jamur *Colletotrichum sp***

Yadi Suryadi, Dwi N Susilowati, dan I. Made Samudra .....74-82

**Ophiocordyceps : Fungi Entomopatogen Penyebab Zombie Pada Serangga**

Ivan Permana Putra .....83-92

**Review: Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Linda Febriani, Gunawan, dan Abdul Gafur .....93-104

**Validasi Berat Ikan Pada Produk Olahan Ikan Dalam Kemasan Kaleng Di Surakarta**

Setyaningrum Rahmawaty, dan Dita Ayu Setyaningtyas .....105-111

**Pengaruh Suhu Dan Ph Ekstraksi Pektin Dari Limbah Kulit Buah**

Prabandhani Pamikatsih, Gerald Dewa Agcaya, dan Akida Mulyaningtyas .....112-120

**Keanekaragaman Jenis Tanaman Buah Pekarangan Dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Pendapatan Keluarga Di Gampong Teungoh, Aceh, Indonesia**

Antika Rahayu, Maulina, Safrianti, Sauqina Nur Firdausy P.S, Tri Yuliani, dan Adi Bejo Suwardi .....121-125

**Ketahanan Eksplan Embrio Ayam Dalam Media In Vitro**

Atik Kurniawati, dan Dwi Listyorini .....126-129

**Karakteristik Kulit Batang Pohon Inang *Lichen* Di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi**

Puspita Ratna Susilawati, dan Rina Sri Kasiamdari .....130-142

**Keanekaragaman Dan Kelimpahan Gulma Pada Tumpangsari Jagung Manis Dengan Kacangan**

Agus Nugroho Setiawan dan Sarjiyah .....143-153

# Teknologi *Vertebroplasty* Untuk Menangani Fraktur Kompresi Tulang Belakang Manusia Akibat Penyakit *Osteoporosis*

## *Vertebroplasty Technology to Manage Human Spinal Compression Fractures due to Osteoporosis Disease*

Helen Melenia Sianipar<sup>1)</sup>, Maria Kezia Gag hunting<sup>2)</sup>, Rafika Exaudy Samosir<sup>3)</sup>, Wahyu Irawati<sup>4)</sup>

Program studi Pendidikan Biologi, Teachers College,  
Universitas Pelita Harapan, Tangerang, 15811  
E-mail korespondensi: wahyu.irawati@uph.edu

Paper submit: 19 Januari 2021, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Osteoporosis merupakan penyakit metabolik tulang yang ditandai dengan menurunnya massa tulang akibat berkurangnya matriks dan mineral tulang disertai dengan kerusakan mikroarsitektur dari jaringan tulang. Osteoporosis dapat terjadi akibat berbagai faktor terutama faktor usia. Osteoporosis tidak menunjukkan gejala yang jelas sehingga penderita osteoporosis baru menyadarinya ketika sudah terjadi fraktur pada tulang belakang yang menyebabkan nyeri. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui teknologi *vertebroplasty* dalam menangani fraktur kompresi tulang belakang manusia akibat penyakit osteoporosis. Kajian literatur ini akan membahas empat fokus kajian yaitu: 1) struktur dan fungsi sistem tulang, 2) kelainan struktur dan fungsi sistem tulang, 3) mekanisme terjadinya osteoporosis, serta 4) penanganan osteoporosis dengan menggunakan teknologi *vertebroplasty*. Pada dasarnya bagian luar tulang sangat kuat dan kokoh, tetapi pada bagian lainnya terdapat beberapa spons. Struktur tulang sangat mendukung setiap fungsi yang dimiliki. Pada keadaan normal, siklus pembentukan tulang yang melibatkan sel-sel tulang dan jaringan tulang akan membuat tulang tetap kuat. Ketidakseimbangan dalam regenerasi tulang di mana jaringan tulang trabekular lebih aktif dan cepat sementara tulang kortikal bekerja lebih lambat, dapat menjadi penyebab osteoporosis. *Percutaneous vertebroplasty* (PV) merupakan penanganan osteoporosis dengan injeksi langsung semen medis (*polymethylmethacrylate* [PMMA]) pada tulang yang keropos maupun retak, dapat meredakan nyeri dengan lebih cepat.

**Kata Kunci:** Osteoporosis, Penanganan, Sel, Tulang, *Vertebroplasty*

**Abstract** – Osteoporosis is a metabolic bone disease characterized by decreased bone mass due to reduced bone matrix and minerals accompanied by microarchitectural damage of bone tissue. Osteoporosis can occur due to various factors, especially age. Osteoporosis does not show obvious symptoms so people with osteoporosis need to be aware of it when there has been a fracture in the backbone causing pain. The purpose of this paper is to determine the *vertebroplasty* technology in dealing with compression fractures of the human spine due to osteoporosis. This literature study will discuss four focus studies, namely: 1) the structure and function of the bone system, 2) structural and functional abnormalities of the bone system, 3) the mechanism of osteoporosis, and 4) osteoporosis management using *vertebroplasty* technology. Basically the outside of the bone is very strong and sturdy, but on the other side there are some sponges. Bone structure supports every function it has. In normal circumstances, the bone formation cycle that involves bone cells and bone tissue will keep bones strong. An imbalance in bone regeneration in which trabecular bone tissue is more active and faster while cortical bone is slower to work can be a cause of osteoporosis. *Percutaneous vertebroplasty* (PV) is a treatment for osteoporosis by direct injection of medical cement (*polymethylmethacrylate* [PMMA]) into brittle or fractured bones, which can provide faster pain relief.

**Keywords:** Osteoporosis, Treatment, Cells, Bones, *Vertebroplasty*

## PENDAHULUAN

Sistem tulang merupakan rangkaian tulang yang memberi bentuk pada tubuh dan menjadi tempat melekatnya otot (Iriani,

2015). Tulang merupakan jaringan yang tersusun atas sel-sel yang bekerja sama dan terus memperbaharui dirinya (Florencio Silva, Sasso, Sasso Cerri, Simões, & Cerri,

2015). Tulang tersusun atas empat jenis sel yang berbeda yaitu osteoblas, osteosit, osteoklas dan sel lapis tulang (Mohamed, 2008). Tulang memiliki peran besar dalam menunjang berlangsungnya kehidupan dan memungkinkan manusia untuk dapat melakukan berbagai aktivitas (Iriani, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan tulang sangat penting dan telah didesain sedemikian rupa untuk menunjang keberlangsungan hidup manusia.

Satu fakta yang tidak dapat terhindarkan bahwa tulang dapat mengalami kerusakan, kelainan, atau penyakit karena sebab-sebab tertentu. Osteoporosis adalah salah satu penyakit yang dapat terjadi pada tulang. Osteoporosis merupakan penyakit metabolik tulang yang ditandai dengan menurunnya massa tulang karena berkurangnya matriks dan mineral tulang disertai dengan kerusakan mikroarsitektur dari jaringan tulang (Kawiyana, 2009). Osteoporosis umumnya terjadi pada usia lanjut dan berkaitan dengan menurunnya kemampuan tubuh untuk melakukan regenerasi tulang yaitu pergantian sel-sel tulang yang telah rusak atau rapuh (Limbong & Syahrul, 2015).

Kasus osteoporosis cenderung meningkat dan menjadi masalah kesehatan serius baik di Indonesia maupun dunia (Rajaratenam, Martini, & Lipoeto, 2014). Osteoporosis bukan penyakit menular namun memiliki nilai morbiditas, disabilitas dan fatalitas yang tinggi (Limbong & Syahrul, 2015). Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa osteoporosis menjadi salah satu penyakit yang memiliki urgensi tinggi dan membutuhkan perhatian serius karena dapat mengakibatkan patah tulang, cacat tubuh, bahkan dapat menimbulkan komplikasi hingga kematian (Limbong & Syahrul, 2015). Maka dari itu sangat penting untuk mempelajari lebih dalam mengenai osteoporosis, yakni penyebab, dampak,

pengecahan dan penanganannya. Selain itu, studi literatur yang lebih mendalam mengenai osteoporosis dapat membantu dalam meningkatkan pengetahuan, refleksi diri, serta pemahaman mengenai keterkaitan sel dan nilai etika dengan teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk menangani osteoporosis terutama kondisi yang sudah mencapai fraktur kompresi tulang belakang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknologi vertebroplasty dalam menangani fraktur kompresi tulang belakang manusia akibat penyakit osteoporosis. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian literatur yang membahas empat fokus kajian yaitu struktur dan fungsi sistem tulang, kelainan struktur dan fungsi sistem tulang, mekanisme osteoporosis, serta penanganan osteoporosis menggunakan teknologi *vertebroplasty*.

### Struktur Dan Fungsi Sistem Tulang

Tubuh manusia terdiri dari beberapa sistem organ yang saling bekerja sama dalam menjalankan fungsinya masing-masing diantaranya adalah sistem gerak. Manusia dapat bergerak karena didukung adanya sistem gerak yang terdiri dari dua alat gerak yaitu, alat gerak pasif dan alat gerak aktif. Alat gerak pasif contohnya adalah sistem rangka/tulang yang tidak dapat bergerak, sedangkan alat gerak aktif yaitu berupa otot yang mampu berkontraksi dan relaksasi (Kurniasih, 2018).

Sistem rangka pada manusia terbagi atas dua yaitu rangka aksial dan rangka apendikular. Sistem rangka aksial berupa tengkorak, tulang belakang, tulang rusuk, serta tulang dada, sedangkan rangka apendikular berupa gelang bahu dan anggota badan depan dan gelang pinggul. Sistem rangka terdiri dari dua yaitu tulang dan sendi dimana memiliki fungsi dalam menopang tubuh manusia. Tulang merupakan jaringan paling banyak yang mengisi tubuh manusia



yang memiliki struktur dengan serat *collagen* dan terbentuk dari *calcium* kaku. Tulang manusia terdiri dari tulang pipa, pendek, pipih dan tak beraturan (Parinduri, 2018). Tulang-tulang manusia ini memiliki bentuk yang berbeda sesuai penamaannya dan dengan fungsi yang berbeda-beda di mana letaknya juga ditemukan di bagian tubuh yang berbeda.

Ligamen merupakan serabut yang sangat kuat mengikat ruas-ruas tulang belakang dan serabut ini dibentuk oleh serat *collagen* yang tidak elastik, sehingga pada suatu kecelakaan serabut ini akan memanjang dan ikatan antar tulang akan longgar (Wibowo, 2005). Pada dasarnya bagian luar tulang sangat kuat dan kokoh, tetapi pada bagian lainnya terdapat beberapa spons. Tubuh orang dewasa memiliki 206 buah tulang dengan variasi bentuk dan ukuran dari yang sangat kecil seperti tulang sanggurdi sampai yang terbesar berupa tulang paha. Fungsi tulang antara lain untuk melindungi organ vital, penghasil sel darah, menyimpan atau mengganti kalsium, sebagai alat gerak pasif, sebagai perlekatan otot dan memberi atau menegakkan tubuh (Hutapea, 2005). Fungsi dari tulang manusia sesuai dengan struktur tulang sendiri yang bekerja untuk menjalankan fungsinya.

Struktur tulang sangat mendukung setiap fungsi yang dimiliki. Tulang dibagi menjadi dua yakni kerangka aksial yang berjumlah 80 tulang dan kerangka apendikular terdiri dari 126 tulang. Semua struktur tulang akan mempengaruhi fungsinya dan bekerja sama untuk membantu kokohnya tulang. Sebagai contoh, rangka aksial yang terdiri dari tulang tengkorak, tulang dada, tulang rusuk, tulang ekor serta ruas tulang belakang berfungsi untuk menyusun poros tubuh dan memberikan perlindungan kepada organ di kepala, badan serta leher. Tulang hulu yang terletak di bagian atas tulang dada berfungsi

sebagai tempat melekatnya tulang rusuk yang pertama dan kedua untuk memberikan bentuk bagi tubuh manusia. Rangka apendikular meliputi *extremitas superior*, *extremitas inferior*, gelang bahu dan panggul yang memiliki fungsi sebagai penggerak yang menyusun alat gerak pada tangan dan kaki (Pearce, 2002). Struktur tulang tibia pada tulang kering dimana ukurannya lebih besar daripada tulang betis berperan untuk menahan beban atau berat tubuh.

### Kelainan Struktur Dan Fungsi Sistem Tulang

Setiap tulang akan mengalami perombakan di mana sel tulang yang rusak dan rapuh akan diganti dengan sel yang baru (Clarke, 2008). Hal ini sejalan dengan pengertian bahwa tulang adalah jaringan dinamis yang terus mengalami pembaruan dan perbaikan sepanjang hidup melalui proses perombakan tulang (Ralston, 2013). Struktur tulang mendukung fungsinya, sebagai contohnya, tulang belakang dalam kondisi normal memiliki struktur yang padat dan kuat tetapi juga lentur karena mendukung fungsinya yaitu menyokong tubuh (Dewi, et al., 2017).

Tulang dalam tubuh manusia memiliki dua jenis jaringan yaitu tulang kortikal dan tulang trabekular (Lieberman, 2018). Tulang kortikal adalah bagian yang lebih kaku dan mampu menahan tekanan tinggi namun juga dapat rapuh (Osterhoff, et al., 2016). Tulang trabekular merupakan bagian yang memiliki bahan sangat berpori, heterogen dan anisotropik serta dapat ditemukan pada bagian epifis tulang panjang dan badan vertebral (Oftadeh, Perez-Viloria, Villa-Camacho, Vaziri, & Nazarian, 2015). Kedua tulang ini terus merupakan jaringan hidup yang terus-menerus diurai dan diregenerasi oleh sel-sel tubuh (Lieberman, 2018). Pada keadaan normal, siklus pembentukan tulang yang melibatkan sel-sel tulang dan kedua

jaringan tulang ini akan membuat tulang tetap kuat (Lieberman, 2018).

Struktur tulang belakang pada penderita osteoporosis menjadi rapuh dan rongga (struktur berpori) tulang lebih besar dari pada tulang normal (Sözen & Başaran, 2017). Hal tersebut dikarenakan terjadinya ketidakseimbangan dalam regenerasi tulang di mana jaringan tulang trabekular lebih aktif dan cepat sementara tulang kortikal bekerja lebih lambat (Lieberman, 2018). Ketidakseimbangan antara kedua jaringan tulang ini juga dipengaruhi oleh kerja dari sel-sel tulang itu sendiri. Akibat terjadinya ketidakseimbangan fungsi dan mekanisme ini memicu terjadinya penyakit osteoporosis karena massa kepadatan tulang terus menurun sehingga memungkinkan terjadinya fraktur (Mardiyah & Sartika, 2014).

### Mekanisme Terjadinya Osteoporosis

Tulang memiliki empat jenis sel yang berbeda yaitu, sel osteogenik (osteoprogenitor), sel osteoblast, sel osteosit, dan sel osteoklas. Sel osteogenik berasal dari jaringan ikat mesenkim. Sel osteoblas berfungsi untuk membuat, menyekresikan serta mengendapkan ostoid sedangkan sel osteosit berfungsi sebagai medium pertukaran metabolit. Sementara itu, sel osteoklas berfungsi sebagai tempat terjadinya resorpsi, *remodelling* dan perbaikan tulang (Sihombing, Wangko, & Kalangi, 2012). Osteoblas merupakan sel mononuklear yang berasal dari sel mesenkim berfungsi untuk mensintesis protein matriks tulang kolagenous dan nonkolagenous. Sel ini terdapat pada permukaan tulang dan sel osteoklas yaitu sel penghancur tulang (Dewi, et al., 2017).

Osteoporosis terjadi apabila kerja sel osteoklas yang merupakan penghancur tulang bekerja melebihi sel osteoblas yang adalah pembentuk tulang (Limbong & Syahrul, 2015). Proliferasi osteoklas yang

berlebihan menyebabkan ketidakseimbangan dalam proses pembentukan tulang (Song, Xie, Peng, Yu, & Peng, 2015). Peningkatan aktivitas osteoklas menyebabkan terbentuk *lacuna Howship* yang dalam serta putusnya trabekula sehingga kekuatan tulang akan menjadi turun dan tulang mudah fraktur (Mardiyah & Sartika, 2014).

Osteoporosis terjadi karena terdapat penurunan jaringan tulang yang menimbulkan kerapuhan tulang (Halim & Hasan, 2015). Tulang yang mengalami osteoporosis pada jaringan tulang menyebabkan perubahan mikroarsitektur atau bentuk mikro jaringan tulang sehingga mengakibatkan turunnya kekuatan tulang dan meningkatnya kerapuhan tulang sehingga tulang menjadi mudah patah (Syafira, Suroyo, & Utami, 2020). Kerusakan mikroarsitektur dan massa tulang yang rendah mengakibatkan osteoporosis atau peningkatan fragilitas tulang dan risiko fraktur (Ramadani, 2010).

Tulang merupakan jaringan hidup yang terus-menerus bertumbuh, yang berfungsi memberikan kekuatan dan kestabilan bagi kerangka tubuh serta terus mengalami perubahan yang diakibatkan stres mekanik dan mengalami pembongkaran, perbaikan serta pergantian sel (Halim & Hasan, 2015). Osteoporosis pada tulang ditandai dengan adanya penurunan kekuatan tulang, yakni penggambaran dari densitas atau kepadatan tulang dan kualitas tulang (Lestari, 2016). Kepadatan mineral tulang (KMT) dinyatakan sebagai gram mineral per sentimeter persegi atau volume tulang, sedangkan kualitas tulang ditentukan oleh KMT, tingkat mineralisasi, hidroksi apatit, ukuran kristal, struktur kolagen, heterogenitas mikrostruktur tulang, konektivitas trabekula, dan *microdamage* tulang (Wiyasa, 2019).

Sistem tulang atau sistem rangka merupakan kerja sama antara tulang-tulang

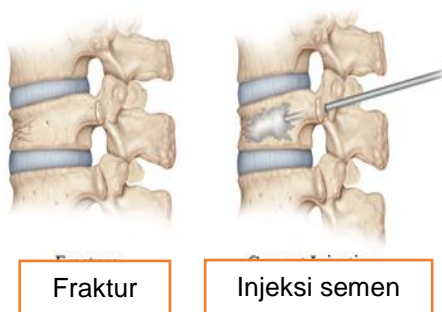
yang dapat menyebabkan tubuh dapat berdiri tegak, melekatnya otot sehingga memungkinkan jalannya pembuluh darah, hingga tempat sumsum tulang dan saraf yang melindungi jaringan lunak (Iriani, 2015). Mekanisme osteoporosis pada sistem tulang disebabkan terjadinya kolaps atau hancur sehingga mengakibatkan nyeri punggung menahun bahkan jika beberapa tulang hancur maka akan terbentuk kelengkungan abnormal dari tulang belakang (Syam, Noersasongko, & Sunaryo, 2014). Beberapa hal yang terjadi pada sistem tulang akibat osteoporosis adalah postur tubuh membungkuk, tinggi badan menurun, serta tulang sering mengalami keretakan atau cedera (Sari & Realize, 2019).

### Penanganan Osteoporosis Menggunakan Teknologi *Vertebroplasty*

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menangani osteoporosis adalah *Vertebroplasty*. *Percutaneous vertebroplasty* (PV) merupakan penanganan osteoporosis dengan injeksi langsung semen medis (*polymethylmethacrylate* [PMMA]) pada tulang yang keropos maupun retak, karena dapat meredakan nyeri dengan lebih cepat serta memungkinkan ambulasi pasca operasi dengan cepat (Martikos, et al., 2019). *Vertebroplasty* juga merupakan pengobatan yang secara luas diterapkan

untuk menangani fraktur kompresi simptomatik tulang belakang (Luetmer, Bartholmai, Kallmes, & Kallmes, 2011).

Pasien akan dilakukan anestesi sebelum penerapan teknologi *vertebroplasty* dengan beberapa alasan, yaitu pasien osteoporosis dengan fraktur tulang belakang yang berdekatan seringkali merupakan pasien usia lanjut yang mungkin menunjukkan berbagai patologi bersamaan, interaksi verbal dengan pasien yang memungkinkan verifikasi sensitivitas langsung dan konstan serta fungsi motorik anggota tubuh bagian bawah selama seluruh prosedur pembedahan terutama selama injeksi semen (Martikos, et al., 2019). Pasien yang akan melakukan *vertebroplasty* pertama-tama akan dilakukan anestesi lokal di bawah kulit periosteum dengan menggunakan jarum spinal ukuran 22, selanjutnya jarum *vertebroplasty* dimasukkan ke dalam laras dari pedikel dan ke dalam tulang belakang, jarum akan dimasukkan dengan hati-hati serta digerakkan secara perlahan menggunakan palu ortopedi kecil ke dalam tulang belakang, saat jarum sudah berada pada tempat yang sesuai. Semen dapat disuntikkan di bawah pengamatan fluoroskopik dan idealnya berada pada bagian anterior tulang belakang dari atas hingga ke bawah (Hargunani, et al., 2012).



Gambar 1: Fraktur tulang dan injeksi semen

Sumber gambar: <https://images.app.goo.gl/YARZVtSb2xavcBzr9>

Pasien akan dilakukan anestesi sebelum penerapan teknologi *vertebroplasty* dengan beberapa alasan, yaitu pasien osteoporosis dengan fraktur tulang belakang yang berdekatan seringkali merupakan pasien usia lanjut yang mungkin menunjukkan berbagai patologi bersamaan, interaksi verbal dengan pasien yang memungkinkan verifikasi sensitivitas langsung dan konstan serta fungsi motorik anggota tubuh bagian bawah selama seluruh prosedur pembedahan terutama selama injeksi semen (Martikos, et al., 2019). Pasien yang akan melakukan *vertebroplasty* pertama-tama akan dilakukan anestesi lokal di bawah kulit periosteum dengan menggunakan jarum spinal ukuran 22, selanjutnya jarum *vertebroplasty* dimasukkan ke dalam laras dari pedikel dan ke dalam tulang belakang, jarum akan dimasukkan dengan hati-hati serta digerakkan secara perlahan menggunakan palu ortopedi kecil ke dalam tulang belakang, saat jarum sudah berada pada tempat yang sesuai. Semen dapat disuntikkan di bawah pengamatan fluoroskopik dan idealnya berada pada bagian anterior tulang belakang dari atas hingga ke bawah (Hargunani, et al., 2012).

Penanganan osteoporosis menggunakan teknologi *vertebroplasty* memiliki manfaat seperti meredakan nyeri dengan segera, meningkatkan kemampuan gerak dan membatasi penggunaan obat-obatan anti nyeri (Hargunani, et al., 2012). Hargunani (2012) mengatakan bahwa *vertebroplasty* juga memiliki efek samping berupa komplikasi apabila terjadi kebocoran PMMA neurologis atau vaskular, patah tulang belakang yang berdekatan, sejumlah kecil kasus mungkin terdapat radikulopati akibat kebocoran PMMA di foramen saraf, emboli paru hingga kerusakan medulla spinalis apabila melakukan suntik PMMA pada dinding posterior. Proses penginjeksian PMMA harus dihentikan apabila terjadi

kebocoran agar tidak berdampak pada sistem saraf (Firanescu, Vries, & Lodder, 2018).

## PEMBAHASAN

Setiap bagian pada sistem tulang diciptakan dengan struktur unik yang mendukung fungsinya (Dewi, et al., 2017). Seperti halnya sel dalam tubuh manusia yang memiliki kompleksitas dan rancangan cerdas yang menunjukkan adanya penciptaan yang luar biasa (Pretorius, 2013). Struktur dan karakteristik dari penyusun sistem tulang bekerja sesuai dengan fungsinya di mana struktur selalu mendukung fungsi sistem tulang. Ketika tulang tidak melakukan fungsinya dengan baik, hal tersebut mengindikasikan bahwa terjadi ketidaksesuaian di dalam tubuh baik dari tingkat sel, jaringan, organ maupun sistem dalam tubuh. Osteoporosis merupakan salah satu keadaan yang mengindikasikan terjadinya ketidaksesuaian mekanisme yang terjadi pada tulang manusia.

Tandra (2009) menyatakan bahwa osteoporosis merupakan penyakit skeletal sistemik di mana massa tulang menjadi lebih tipis dan rapuh. Penyakit ini juga dikenal dengan penyakit golongan *silent disease* karena penyakit ini hanya memiliki gejala yang sedikit (Halim & Hasan, 2015). Penyakit osteoporosis dapat diderita oleh usia kanak-kanak hingga lanjut usia, tetapi pada umumnya karena gejala yang ditunjukkan tidak banyak akan terlihat pada usia dewasa dan lanjut usia. Sistem tulang perlu diperhatikan kesehatannya dengan menjaga gaya hidup seperti mengkomsumsi vitamin D ataupun kalsium yang cukup untuk tulang.

Penyakit osteoporosis akan semakin parah jika tidak segera mendapat penanganan. Fraktur kompresi tulang belakang menjadi salah satu dampak terburuk dari osteoporosis. Terjadinya fraktur kompresi tulang belakang akan menyebabkan nyeri pada tulang dan otot,

patah tulang, tulang punggung yang semakin membungkuk dan menurunnya tinggi badan (Center, Biluc, Nguyen, Nguyen, & Eisman, 2011). Gejala-gejala dari sistem tulang mampu mempengaruhi sistem lain dalam tubuh. Mengingat bahwa osteoporosis terjadi pada tulang, maka hal ini juga akan berpengaruh pada otot. Otot lurik merupakan otot yang kerjanya dikendalikan secara *volunteer* dan fungsinya ialah untuk bergerak. Otot ini menempel pada tulang dengan diikat oleh jaringan yaitu tendon, saat otot lurik berkontraksi, maka tendon ini akan menggerakkan tulang.

Masalah yang terjadi pada tulang atau sistem tulang secara keseluruhan pada tulang dapat mempengaruhi sistem lain di dalam tubuh terutama otot. Osteoporosis juga berkaitan erat dengan sistem hormon, terutama hormon esterogen. Berkurangnya hormon estrogen, menjadi salah satu penyebab terjadinya osteoporosis (KEMENKESRI, 2015). Ditinjau berdasarkan tingkat seluler, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menyebutkan bahwa salah satu penyebab utamanya ialah di mana kerja osteoklas melebihi kerja osteoblas. Pada dasarnya, dalam keadaan normal, sel tulang yaitu sel pembangun (osteoblas) dan sel pembongkar (osteoklas) harus bekerja silih berganti, saling mengisi dan seimbang. Keseimbangan kinerja sel ini akan membuat tulang utuh dan kokoh dalam menopang dan melakukan fungsinya pada tubuh manusia.

Osteoporosis merupakan salah satu penyakit yang tingkat penyembuhannya minim dan teknologi yang ada hanya membantu pasien untuk menangani dan mencegah beberapa risiko yang terjadi. Tulang yang mengalami gangguan atau kerusakan akan mempengaruhi aktivitas dan produktivitas manusia. Penanganan terkini terkait penyakit ini adalah teknologi *vertebroplasty*. Teknologi ini dapat membedakan secara benar antara kebocoran

semen simtomatik dan asimtomatik (Martikos, et al., 2019). Teknologi ini akan membantu pasien osteoporosis yang mengalami fraktur kompresi tulang mengurangi rasa sakit dan nyeri dengan segera (Hargunani, et al., 2012).

Teknologi *vertebroplasty* memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi, menurut laporan, tingkat keberhasilannya mencapai 97% pada pasien tertentu dan dilaporkan juga bahwa komplikasi utama melalui penanganan osteoporosis menggunakan teknologi ini berkisar pada tingkat 1-6%. Meskipun penggunaan *vertebroplasty* relatif aman, namun semen yang diinjeksikan terkadang mengalami kebocoran jika tidak dilakukan dengan hati-hati. Kebocoran semen ini akan berpotensi merugikan karena mempengaruhi fungsi neurologis (Bokov, Mlyavykh, Aleynik, Kutlaeva, & Anderson, 2016). Mekanisme penggunaan teknologi ini adalah dengan menginjeksikan semen pada tulang. Semen tulang tersebut merupakan polimetil metakrilat (PMMA) yang banyak digunakan untuk fiksasi *implant* dalam berbagai bedah ortopedi dan trauma. PMMA bertindak sebagai pengisi ruang yang menciptakan kerapatan atau menutup rongga besar yang terdapat pada tulang yang mengalami osteoporosis. Semen tulang ini bersifat sebagai perekat (Vaishya, Chauhan, & Vaish, 2013). Sebagian besar semen tulang mengandung kalsium fosfat dan magnesium fosfat yang akan membantu meningkatkan regenerasi sel pembentuk. Magnesium fosfat memiliki manfaat untuk membangun sel tulang yang baru yakni membantu aktivasi vitamin D. Aktivasi ini untuk mengatur kalsium fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan dan pembentukan tulang. Kalsium fosfat ialah penyusun pada tulang dan gigi yang mampu menginduksi respon biologis dalam pembentukan tulang dengan adanya penyerapan mineral tulang (Tangalayuk, Suarsana, & Utama, 2015).



## SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Tulang merupakan jaringan yang paling banyak mengisi tubuh. Tulang memiliki struktur mempengaruhi dan mendukung fungsi dari tulang itu sendiri. Tulang dalam tubuh akan selalu melakukan perombakan dan perbaikan oleh sel-sel tulang. Tulang memiliki struktur berongga kecil, namun pada penderita osteoporosis tulang menjadi rapuh dan rongga (struktur berpori) lebih besar dari pada tulang normal. Adanya proses perombakan dan perbaikan tulang oleh sel-sel akan membuat tulang tetap kuat dan kokoh. Osteoporosis terjadi karena adanya penurunan jaringan tulang yang menimbulkan kerapuhan tulang serta kerusakan mikroarsitektur pada tulang. sel-sel pembongkar pada tulang bekerja secara berlebihan sehingga terjadi ketidakseimbangan dengan kinerja sel pembangun. Osteoporosis juga dipicu oleh gaya hidup manusia yang kurang baik seperti merokok, meminum minuman beralkohol, penggunaan obat – obatan tertentu bahkan gaya hidup yang tidak aktif dan kurang bergerak serta faktor usia yang juga diikuti dengan menurunnya kemampuan sel-sel

tubuh. Oleh karena itu, kita manusia hendaknya menjaga tubuh kita agar kerja dari sel-sel dalam tubuh tetap stabil dalam menunjang fungsinya. Teknologi *vertebroplasty* cukup efektif dalam menangani osteoporosis dengan menggunakan semen tulang yang dapat membantu regenerasi sel pembangun (osteoblas). Dengan menyuntikkan semen tulang dapat dihasilkan sel-sel baru yang akan bekerja dalam fungsi tulang. Semen tulang dibentuk oleh zat-zat kimia yang berperan penting dalam regenerasi sel dan membantu memperkokoh tulang.

Saran yang dapat diberikan antara lain bagi penulis sendiri yaitu, penulis masih harus memperdalam materi dan mencari berbagai informasi agar mampu menyampaikan keterkaitan antara penyakit yang dibahas, teknologi yang digunakan dan keterkaitannya dengan sel secara lebih spesifik. Selain itu disarankan juga bagi pembaca dan peneliti-peneliti yang tertarik meneliti pokok bahasan yang sama, sangat perlu dilakukan penelitian dan eksperimen secara lebih lanjut tentang teknologi ini untuk mengenalkan kepada masyarakat dan meninjau efek samping yang perlu diatasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bokov, A., Mlyavykh, S., Aleynik, A., Kutlaeva, M., & Anderson, G. (2016). The potential impact of venobasillar system morphology and applied technique on epidural cement leakage with percutaneous vertebroplasty. *Pain Physician*, 19(1), 357-362. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27454265/>
- Center, J., Biluc, D., Nguyen, N., Nguyen, T., & Eisman, J. (2011). Osteoporosis medication and reduced mortality risk in elderly women and men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(4), 1006-1014. doi:<https://doi.org/10.1210/jc.2010-2730>
- Clarke, B. (2008). Normal bone anatomy and physiology. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, 3(Suppl 3), S131-S139. doi:<https://doi.org/10.2215/CJN.04151206>
- Dewi, P., Sabri, M., Rahmi, E., Jalaluddin, M., Asmilia, N., & Azhar, A. (2017). Density of lumbal vertebrae bone ovariectomized rat (*rattus norvegicus*) given the extract sipatah



- patah (cissus quadrangularis salisb). *Jurnal Medika Veterinaria*, 14(1), 39-44. doi:<https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v11i1.4065>
- Firanesu, C. E., Vries, J. d., & Lodder, P. (2018). Vertebroplasty versus sham procedure for painful acute osteoporotic vertebral compression fractures (vertos iv): randomised sham controlled clinical trial. *TheBMJ*, 1(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.k1551>
- Florencio Silva, R., Sasso, G. R., Sasso Cerri, E., Simões, M. J., & Cerri, P. S. (2015). Biology of bone tissue: Structure, function, and factors that Influence bone cells. *BioMed Research International*, 1-17. doi:10.1155/2015/421746
- Halim, S., & Hasan, S. (2015). Penerapan metode certainty factor dalam sistem pakar pendeteksi resiko osteoporosis dan osteoarthritis. *ULTIMA Computing*, 2(2), 59-69. doi:<https://doi.org/10.31937/sk.v7i2.233>
- Hargunani, R., Corroller, T. L., Khashoggi, K., Liu, D. M., Marchinkow, L. O., Mudri, M. J., . . . Munk, P. L. (2012). An overview of vertebroplasty: current status, controversies, and future directions. *Canadian Association of Radiologis Journal*, 63, 63(3 suppl), 11-17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carj.2012.04.001>
- Hutapea, A. M. (2005). *Keajaiban-Keajaiban : dalam Tubuh Manusia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Iriani, S. (2015). Penerapan metode backward chaining pada sistem pakar diagnosa penyakit tulang manusia. *IJNS – Indonesian Journal on Networking and Security*, 4(1), 51-55. doi:<http://dx.doi.org/10.1123/ijns.v4i1.1319>
- Kawiyana, I. K. (2009). Osteoporosi patogenesis diagnosis dan penangana terkini. *Journal Of Internal Medicine*, 10(2), 157-170.
- KEMENKESRI. (2015). Data & Konsiai Penyakit Osteoporosis di Indonesia. InfoDatin, 1.
- Kurniasih, T. (2018). *Sistem Organ Manusia*. Yogyakarta: Deepublish.
- Lestari, N. M. (2016). Latihan fisik dan osteoporosis pada wanita postmenopause. *Jurnal Penjakora*, III(1), 92-101. doi:<http://dx.doi.org/10.23887/penjakora.v3i1.11672>
- Lieberman, I. H. (2018, 1 17). *Tentang kami: Remedy Health Media*. Retrieved from Situs Web Remedy Health Media: <https://www.spineuniverse.com>
- Limbong, E. A., & Syahrul, F. (2015). Rasio resiko osteoporosis menurut indeks massa tubuh, paritas, dan konsumsi kafein. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 3(2), 194-204. doi:<http://dx.doi.org/10.20473/jbe.V3I22015.194-204>
- Luetmer, M. T., Bartholmai, B. J., Kallmes, R., & Kallmes, D. (2011). Asymptomatic and unrecognized cement pulmonary embolism commonly occurs with vertebroplasty. *ANJR*, XXX(2), 654-657. doi:<https://doi.org/10.3174/ajnr.A2368>
- Mardiyah, S., & Sartika, R. A. (2014). Gangguan kepadatan tulang pada orang dewasa di daerah urban dan rural. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 8(6), 272-279. doi:<http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v0i0.380>
- Mardiyah, S., Sartika, R., A. (2014). Gangguan kepadatan tulang pada orang dewasa di daerah urban dan rural. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 8(6), 272-279. Retrieved from <http://jurnalkesmas.ui.ac.id/index.php/kesmas/article/download/380/379>
- Martikos, K., Gregg, T., Vommaro, F., Boriani, L., Scarale, A., Zarantonello, P., . . . Zucchini, R. (2019). Vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Dovepress*, 11(1), 157-161. doi:<https://doi.org/10.2147/OARRR.S174424>
- Mohamed, A. M. (2008). An overview of bone cells and their regulating factors of differentiation. *The Malaysian journal of medical sciences : MJMS*, 15(1), 4-12.
- Oftadeh, R., Perez-Viloria, M., Villa-Camacho, J. C., Vaziri, A., & Nazarian, A. (2015). Biomechanics and mechanobiology of trabecular bone: a review. *Journal of biomechanical engineering*, 137(1), 0108021–01080215. doi:<https://doi.org/10.1115/1.4029176>

- Osterhoff, G., Morgan, E. F., Shefelbine, S. J., Karim, L., McNamara, L. M., & Augat, P. (2016). Bone mechanical properties and changes with osteoporosis. *Injury*, 47(Suppl 2), S11–S20. doi: [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(16\)47003-8](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(16)47003-8)
- Parinduri, A. G. (2018, Januari). Identifikasi Tulang Belulang. *Anatomica Medical Journal*, 1(1), 2.
- Pearce. (2002). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Pretorius, M. (2013). The remarkable cell: Intelligently designed or by evolutionary process? *Verbum Eccles*, 34(1), 82-89. Retrieved November 22, 2020, from [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2074-77052013000100010&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-77052013000100010&lng=en&tlng=en)
- Rajaratenam, S. G., Martini, R. D., & Lipoeto, N. I. (2014). Hubungan tingkat pengetahuan dan sikap dengan tindakan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 3(2), 225-228.
- Ralston, S. H. (2013). Bone structure and metabolism. *Medicine*, 41(10), P581-585. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2013.07.007>
- Ramadani, M. (2010). Faktor-faktor resiko osteoporosis dan upaya pencegahannya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(2), 111-115. Retrieved from <http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/article/view/78/84>
- Sari, M., & Realize, P. (2019). Sistem pakar mendiagnosa penyakit osteoporosis pada lansia menggunakan metode forward chaining berbasis web. *Jurnal Ilmiah Informatika*, VII(1), 1-7. Retrieved from <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/jif/article/view/906/673>
- Sihombing, I., Wangko, S., & Kalangi, S. J. (2012). Peran estrogen pada remodeling tulang. *Jurnal Biomedik*, 4(3), 18-28. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/biomedik/article/download/1210/980>
- Song, L., Xie, X.-B., Peng, L.-K., Yu, S.-J., & Peng, Y.-T. (2015). Mechanism and treatment strategy of osteoporosis after transplantation. *International Journal of Endocrinology*, 1-17. doi:10.1155/2015/280164
- Sözen, T. Ö., & Başaran, N. Ç. (2017). An overview and management of osteoporosis. *European journal of rheumatology*, 4(1), 46-56. doi: <https://doi.org/10.5152/eurjrheum.2016.048>
- Syafira, I., Suroyo, R. B., & Utami, T. N. (2020). Analisis faktor yang mempengaruhi osteoporosis pada ibu menopause di puskesmas stabat kabupaten langkat. *Jurnal JUMANTIK*, 5(1), 65-77. Retrieved from <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/kesmas/article/download/6776/3120>
- Syam, Y., Noersasongko, D., & Sunaryo, H. (2014). Fraktur akbiat osteoporosis. *Jurnal E-Clinic (ECL)*, II(2), 1-6. doi:<https://doi.org/10.35790/ecl.2.2.2014.4885>
- Tandra, H. (2009). *Segala sesuatu yang harus anda ketahui tentang osteoporosis: Mengenal, mengatasi, dan mencegah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Tangalayuk, R., Suarsana, I. N., & Utama, I. (2015, Februari). Kadar Kalsium dan Fosfor pada Tulang Tikus Betina yang diberi Tepung Tempe Rendah Lemak. *Buletin Veteriner Udayana*, 7(1), 63.
- Vaishya, R., Chauhan, M., & Vaish, A. (2013). Bone cement. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 4(4), 157–163. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcot.2013.11.005>
- Wibowo, D. S. (2005). *Anatomi Tubuh Manusia*. Jakarta: Grasindo.
- Wiyasa, I. W. (2019). *Penatalaksanaan osteoporosis*. Malang: Universitas Brawijaya Press. Retrieved from [https://books.google.co.id/books?id=ln\\_RDwAAQBAJ&dq=mekanisme+osteoporosis+pada+tulang&lr=&hl=id&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.co.id/books?id=ln_RDwAAQBAJ&dq=mekanisme+osteoporosis+pada+tulang&lr=&hl=id&source=gbs_navlinks_s)

# Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah

Efri Roziaty\*, Santhyami, Annur Indra Kusumadhani, Muhammad Iqbal Bayu Asy'ari

Program Studi Pendidikan Biologi  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
E-mail korespondensi: er375@ums.ac.id

Paper submit: 5 April 2021, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Lichen dapat berfungsi sebagai bioindikator pencemaran udara di suatu daerah karena sifatnya yang sensitif terhadap polusi. Lichen mampu bertahan hidup di lingkungan yang ekstrim. Sensitivitas lichen terhadap pencemaran udara dapat dilihat melalui perubahan keanekaragamannya. Lichen dibedakan menjadi 4 kelompok berdasarkan bentuk thalusnya yaitu *Crustose*, *Foliose*, dan *Fruticose*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji keanekaragaman lichen sebagai bioindikator kualitas udara di Kawasan Kota Surakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2021 menggunakan metode kombinasi antara teknik purposive sampling dan eksplorasi (penelusuran lokasi). Hasil penelitian lichen yang dilakukan di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah yang terdiri atas 11 titik ditemukan 12 spesies lichen yang berasal dari 7 famili yang diantaranya *Lecanoraceae*, *Graphidaceae*, *Parmeliaceae*, *Caliciaceae*, *Arthoniaceae*, *Pyrenulaceae*, dan *Stereocaulaceae*. Jenis lichen tersebut termasuk dalam kelompok talus foliose dan crustose. Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) lichen di Kota Surakarta yaitu 1,92 dimana menunjukkan tingkat keanekaragaman yang tergolong sedang. Presentase jumlah koloni lichen tertinggi pada spesies *Lepraria lobificans* Nyl. yaitu 38% dan terendah *Parmelia* sp. yaitu 0,07%.

**Kata kunci:** Keanekaragaman, Lichen, Eksplorasi, Kawasan Kota Surakarta

**Abstract** - Lichens can act as an air pollution bioindicator in a certain area due to its sensitivity to pollution. They are able to survive in extreme environments. Their sensitivity to air pollution can be seen through changes in the diversity. Based on their thallus form, Lichens are grouped into 4 types which were *Crustose*, *Foliose*, and *Fruticose*. This research sought to examine the diversity of lichens as a bio indicator of air quality in Surakarta region. The research was conducted from February to August 2021 using a combination method of purposive sampling and exploration (location tracking) techniques. The results of research conducted in 11 points of Surakarta, Central Java found 12 lichen species from 7 families, including *Arthoniaceae*, *Caliciaceae*, *Pyrenulaceae*, *Graphidaceae*, *Lecanoraceae*, *Parmeliaceae*, and *Stereocaulaceae*. These type of lichens belong to the foliose and crustose thallus groups. The diversity index value ( $H'$ ) of lichens in Surakarta was 1.92, indicating a moderate level of diversity. The highest percentage of lichen colonies was *Lepraria lobbyficans* Nyl species was 38% and the lowest one *Parmelia* sp., was 0.07%..

**Keywords :** Biodiversity, Lichen, Exploration, Region Surakarta

## PENDAHULUAN

Lichen (lumut kerak) merupakan gabungan antara alga dan fungi sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. Lichen dapat hidup secara epifit pada pohon-pohonan, diatas tanah, di atas batu cadas, di tepi pantai atau gunung-gunung yang tinggi. Tumbuhan ini bersifat endolitik karena dapat masuk pada bagian pinggir batu. Dalam hidupnya lichen tidak

memerlukan syarat hidup yang tinggi dan tahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama tetapi juga sangat peka terhadap kondisi udara. (Supriati & Setiawan, 2013).

Lichen dibedakan menjadi 4 kelompok berdasarkan bentuk thalusnya yaitu Squamulose, Crustose, Foliose, dan Fruticose (Thani & Meri, 2011). Lichen memiliki struktur morfologi yang bermacam-macam.

Lichen memiliki thalus berupa lembaran-lembaran ataupun semak. Lichen biasanya melekat dengan benang-benang yang menyerupai rizoid pada substratnya dengan seluruh sisi bawah thalus dan memiliki ujung thalus yang berbeda dalam udara (Tjirosoepomo, 2014).

Kota Surakarta terletak antara  $110^{\circ} 45' 15''$  dan  $110^{\circ} 45' 35''$  Bujur Timur dan antara  $7^{\circ} 36'$  dan  $7^{\circ} 56'$  Lintang Selatan. Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang menunjang kota-kota lainnya seperti Semarang maupun Yogyakarta. Wilayah Kota Surakarta atau lebih dikenal dengan "Kota Solo" merupakan dataran rendah dengan ketinggian  $\pm 92$  m dari permukaan laut. Dalam perkembangannya, kota Surakarta merupakan kota yang mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, baik dalam bidang industri, jasa, pemukiman, pendidikan, perdagangan maupun transportasi (Nurmaningsih, 2018).

Seiring dengan meningkatnya aktifitas manusia terutama di daerah perkotaan yang padat penduduknya kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dahulu segar tak terpolusi sekarang ini menjadi kering dan kotor. Sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dalam pencemaran udara. Kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70 (BPLHD, 2018). Tingkat kepadatan lalu lintas dapat mempengaruhi keanekaragaman suatu ekosistem yang ditemukan. Semakin rendah kepadatan lalu lintas, maka semakin tinggi keanekaragaman suatu ekosistem yang dapat ditemukan di lokasi tersebut (Kurniasih, Munarti, Prasaja, & Lestari, 2020).

Terdapat beberapa metode dalam biomonitoring udara yaitu dengan mengetahui perubahan komunitas dan perubahan fisiologi. Beberapa organisme baik hewan maupun tumbuhan yang dapat

menjadi bioindikator pencemaran udara. Salah satu indikator biologi yang sering digunakan dalam biomonitoring udara ialah lichen. Lichen termasuk organisme yang sensitif terhadap polutan. Lichen mampu menyerap zat-zat kimia yang ada di udara dan dari air hujan. Terdapat berbagai lichen yang mampu berfungsi sebagai indikator pasif atau aktif, hal ini menjadikan lichen dapat dijadikan sebagai petunjuk dalam menelusuri polutan (Roziaty, 2016). Pada beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa lichen memiliki manfaat sebagai indikator pencemaran udara, semakin banyak jenis dan jumlah lichen pada suatu daerah, maka dapat dikatakan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat polusi rendah dan juga sebaliknya (Susilawati, 2017).

Potensi peningkatan polusi udara di daerah perkotaan semakin meningkat sehingga perlu dilakukan pengukuran tingkat pencemaran udara menggunakan bioindikator biologis yaitu lichen sekaligus untuk mengetahui keberagaman lichen di Kota Surakarta. Belum adanya kajian ataupun penelitian terbaru mengenai keanekaragaman lichen sebagai bioindikator kualitas udara di Kawasan Kota Surakarta menjadikan sebuah alasan untuk dilakukannya penelitian ini. Hasil penelitian tersebut nantinya dapat menjadi acuan bagi pemerintah setempat untuk melakukan berbagai upaya mengurangi pencemaran udara.

## METODE PENELITIAN

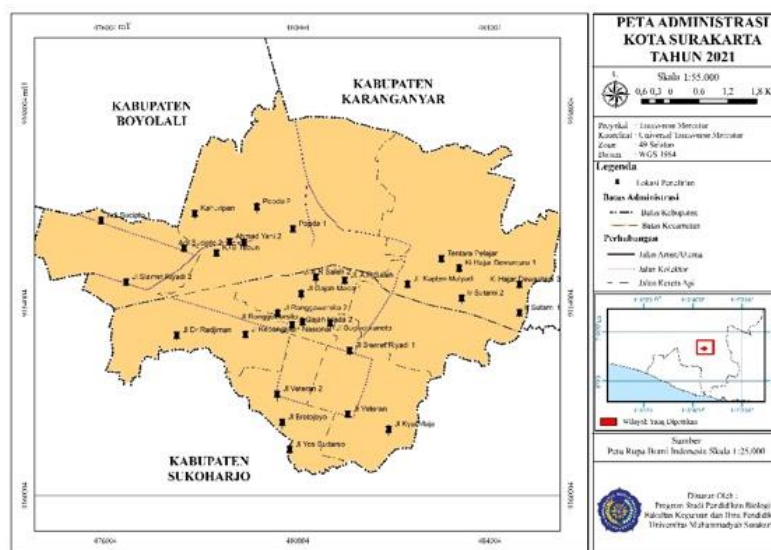
Penelitian dilaksanakan di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah sebagai lokasi pengambilan data tumbuhan lichen. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021 hingga Agustus 2021 yang dimulai dengan pembuatan judul, penulisan proposal hingga ujian akhir penelitian. Identifikasi struktur morfologi lichen dilaksanakan di



Laboratorium Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh tumbuhan lichen yang tumbuh menempel di pohon inang berada di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta wilayah, global positioning system (GPS), google essential, kamera digital, termohyrometer, alat tulis, sprayer, mikroskop stereo, pinset, scalpel permanen,

counter, dan barometer. Jenis mikroskop stereo yang digunakan yaitu mikroskop stereo monokuler dengan perbesaran 4,5 x 10. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lichen yang terdapat di jalan-jalan utama di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif eksploratif dengan penjelajahan. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Kota Surakarta, Jawa Tengah

Penentuan stasiun dilakukan secara eksplorasi atau penjelajahan. Pohon yang diamati sejumlah 3 sampai 5 pohon pada tiap titik di Kota Surakarta. Penelitian dimulai dengan menandai pohon pertama ditemukannya Lichen sebagai titik permulaan lalu mencari pohon inang kedua yang terdapat Lichen dan seterusnya, dengan melihat jarak kurang lebih 20 meter jika terdapat banyak pohon, dan mengambil seadanya pohon di titik tersebut untuk dapat mewakili keseluruhan titik tersebut, jarak tiap pohon tergantung tempat ditemukan yang tumbuhan tersebut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di 11 stasiun yang terdiri atas 15

titik di Kawasan Kota Surakarta terdapat 12 jenis lichen yang berasal dari 7 Famili yaitu *Arthonia*, *Parmeliaceae*, *Pyrenulaceae*, *Graphidae*, *Caliciaceae*, *Stereocaulaceae*, dan *Lecanoraceae*. Hasil keanekaragaman lichen yang ditemukan ditunjukkan pada Tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

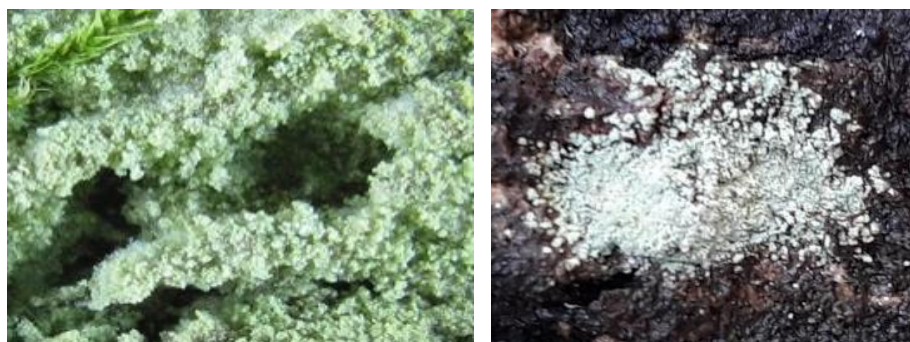
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di 11 stasiun yang terdiri atas 15 titik di Kawasan Kota Surakarta terdapat 12 jenis lichen yang berasal dari 7 Famili yaitu *Arthonia*, *Parmeliaceae*, *Pyrenulaceae*, *Graphidae*, *Caliciaceae*, *Stereocaulaceae*, dan *Lecanoraceae*. Hasil keanekaragaman lichen yang ditemukan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Lichen di Kawasan Kota Surakarta

No	Famili	Spesies lichen	Life form	Jumlah Lichen
1	Stereocaulaceae	<i>Lepraria lobificans</i> Nyl	Crustose	857
2	Arthoniaceae	<i>Cryptotechia striata</i> G.Thor	Crustose	384
3		<i>Cryptotechia scripta</i> G.Thor	Crustose	76
4		<i>Arthonia radiate</i> (Pers) Ach	Crustose	62
5	Parmeliaceae	<i>Parmelia tiliacea</i> (Hoffm) Hale	Foliose	180
6		<i>Canoparmelia texana</i> Hale.	Foliose	30
7		<i>Parmelia</i> Sp.	Foliose	5
8	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach	Crustose	46
9	Lecanoraceae	<i>Lecanora symmicta</i> (Ach) Ach	Crustose	92
10		<i>Lecanora subimmersens</i> Vain.	Crustose	61
11	Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i> (L) Ach	Crustose	174
12	Caliciaceae	<i>Dirinaria applanata</i> Fee D.Awasthi&M.R. Agarwal.	Fee Foliose	305
<b>Total jumlah</b>				<b>2.272</b>

Lichen yang ditemukan di kawasan Kota Surakarta adalah sebanyak 2.272 koloni lichen (Tabel 1) yang tersebar kedalam 11 stasiun yang telah ditentukan. indeks keanekaragaman ( $H'$ ) spesies lichen di Kawasan Kota Surakarta tergolong sedang yaitu 1, 92. Pada pengamatan yang telah dilaksanakan *Lepraria lobificans* Nyl. ditemukan sebanyak 857 koloni lichen. Lichen *Lepraria lobificans* Nyl. adalah lichen

yang mendominasi yang ditemukan hampir diseluruh titik lokasi yaitu 10 titik dari 11 titik, disusul oleh *Cryptotechia striata* G.Thor sebanyak 384 koloni, *Dirinaria applanata* Fee D.Awasthi & M.R. Agarwal, sebanyak 305, kemudian *Parmelia tiliacea* (Hoffm) Hale sebanyak 180 koloni lichen. Pada 12 spesies yang telah ditemukan, lichen *Parmelia* sp adalah lichen yang paling sedikit ditemukan yaitu 5 koloni saja pada 1 titik lokasi.

Gambar 2 *Lepraria lobificans* Nyl.

Lichen *Lepraria lobificans* Nyl. mendominasi di kawasan Kota Surakarta sebanyak 857 koloni lichen yang dapat di hitung, karena lichen ini mempunyai karakteristik talus menyebar hampir seluruh permukaan kulit inangnya, sehingga sulit

untuk di hitung koloninya. Lichen ini memiliki distribusi yang luas daerah tropis serta mampu hidup pada kulit pohon yang halus, kasar dan terkadang hidup pada kulit pohon yang pecah – pecah. Lichen ini juga merupakan lichen yang memiliki tingkat atau



daya toleransi yang tinggi terhadap kualitas pada lingkungan tersebut dan mampu mampu beradaptasi pada kualitas udara yang buruk (Fithri, Zuraidah, & Eriawati, 2017).

*Lepraria lobificans* Nyl. digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara di Kota Bandung yang dapat hidup pada intensitas kualitas udara yang rendah sampai sedang (Taufikurahman, Fernando, & Sari, 2010). *Lepraria lobificans* Nyl. memiliki thalus yang bentuknya menyerupai tepung (*powdery*). Lichen ini termasuk Famili Leprariaceae ditandai oleh karakteristik talus menyerupai tepung, menyebar tidak merata, dengan margin yang membentuk lobus kecil dan berwarna hijau pucat.

Pada penelitian yang telah dilaksanakan, Lichen menempel pada beberapa pohon inang yaitu Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.), Kamboja (*Plumeria acuminata* W. T. Aiton), Mangga

(*Mangifera indica* L.), Glodogan Tiang (*Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thwaites), Beringin (*Ficus benjamina* L.), Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd.), Kersen (*Muntingia calabura* L.), Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.), Koral (*Erythrina crista* L.), Tanjung (*Mimusops elengi* L.), dan Palembang (*Archontophoenix alexandrae* L.). Pohon mangga (*Mangifera indica* L.) adalah pohon inang yang mendominasi tempat menempelnya lichen, dikarenakan Pohon Mangga (*Mangifera indica* L.) memiliki permukaan substrat yang cenderung kasar dan lembab.

### 1. Kondisi Lingkungan di Kawasan Kota Surakarta

Hasil pengukuran kondisi lingkungan serta faktor-faktor abiotik yang berada di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Kondisi Lingkungan di Kawasan Kota Surakarta

No	Parameter Abiotik	$\Sigma$ rata-rata seluruh lokasi
1.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	33
2.	Kelembaban (%)	70
3.	Ketinggian (m dpl)	97,7

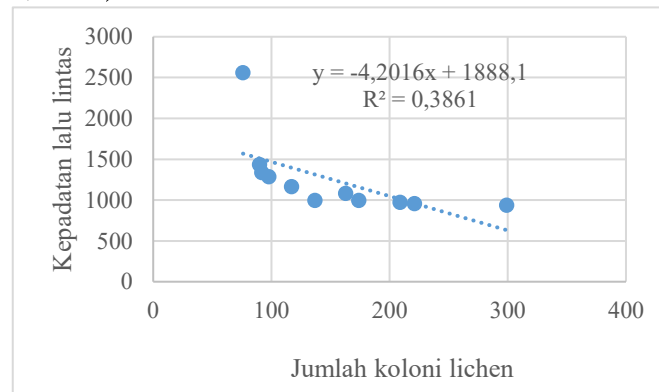
Untuk perhitungan parameter lingkungan di Kota Surakarta menunjukkan hasil bahwa Kota Surakarta memiliki suhu rata-rata  $33^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara rata-rata di lokasi sampling adalah sebesar 70%, berdasarkan hasil penelitian tersebut suasana lingkungan abiotik kawasan Kota Surakarta memiliki nilai yang baik untuk pertumbuhan lichen. Hasil tersebut mendukung lichen untuk dapat tumbuh dan berkembang.

Suhu optimal pertumbuhan lichen yaitu dibawah  $40^{\circ}\text{C}$  (Murningsih, 2016), dan untuk kelembaban udara menurut Furi et al, (2016) lichen banyak menyukai tempat dengan kelembaban yang berkisar antara 40 - 69 %.

Walaupun kelembaban di Kota Surakarta tergolong rendah namun lichen masih mampu beradaptasi dengan lingkungan ini. Menurut hasil penelitian (Thani & Meri, 2011) bahwa lichen merupakan spesies yang dapat tumbuh dan bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrem sekalipun.

Faktor lain yang mempengaruhi keberadaan lichen yaitu ketinggian di kawasan Kota Surakarta. Hasil rata-rata ketinggian di Kota Surakarta berada pada ketinggian 97,7 m dpl. Dengan kondisi demikian tentunya lichen banyak di jumpai di kota ini. Pada dasarnya, semakin tinggi lokasi pengambilan sampel makan akan

semakin tinggi pula jumlah koloni lichen yang ditemukan (Utari, 2017).



Gambar 3. Grafik antara kepadatan lalu lintas dengan koloni lichen yang ditemui di lokasi penelitian

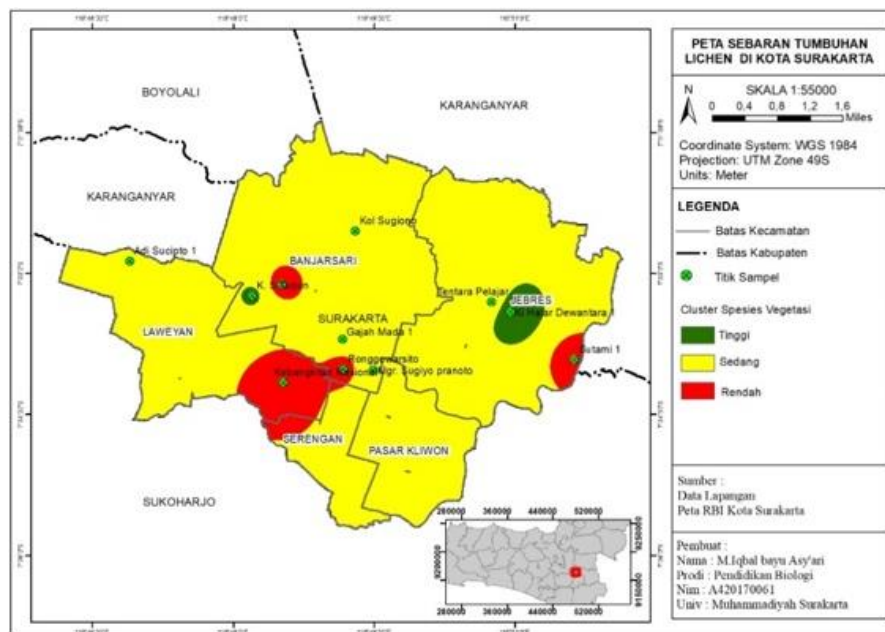
Selain dari 3 faktor abiotik yang sudah disebutkan diatas terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan lichen yaitu polutan disekitar tempat tumbuh lichen yang disebabkan oleh kepadatan lalu lintas (Gambar 3). Analisis korelasi antara kepadatan lalu lintas dengan jumlah koloni lichen menunjukkan adanya pengaruh yang berbanding terbalik. Hal ini di tandai dengan nilai regresi sebesar  $-4,2016$ . Sehingga semakin tinggi rasio kendaraan yang melintas, semakin sedikit lichen yang dapat di jumpai di daerah tersebut. Lichen diketahui merupakan tumbuhan yang peka terhadap pencemaran udara, jika kualitas udara di suatu lingkungan telah menurun maka pertumbuhannya akan terhambat (Muslim & Hasairin, 2018).

Akan tetapi terdapat beberapa spesies lichen yang toleran ataupun sensitif terhadap pencemaran udara ditemukan di Kawasan Kota Surakarta. Jenis lichen yang sensitif terhadap pencemaran udara adalah *Arthonia radiate* (Pers) Ach. *Arthonia* Sp. merupakan lichen yang sangat sensitif dan ditemukan pada daerah yang tidak tercemar (Mokni, 2015). Sedangkan jenis lichen yang toleran yaitu *Parmelia* sp. dari famili Parmeliaceae dan *Lepraria lobificans* Nyl dari famili Stereocaulaceae.

## 2. Persebaran Lichen di Kawasan Kota Surakarta

Persebaran lichen di suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, kelembaban, topografi, curah hujan, suhu dan pencemaran lingkungan. Kawasan Kota Surakarta sendiri merupakan kota yang terletak di dataran rendah di ketinggian 105 m dpl dan di pusat kota 95 m dpl, dengan rata-rata curah hujan di Solo adalah 2.200 mm, dan bulan paling tinggi curah hujannya adalah Desember, Januari, dan Februari (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Surakarta, 2016). Hal ini menyebabkan tumbuhan lichen dapat tersebar luas di seluruh sudut Kawasan Kota Surakarta.

Dari data yang diperoleh dalam penelitian yang di lakukan di daerah Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah menunjukkan tingkat sebaran keanekaragaman jenis lichen yang beragam. Jalan Ki Hajar Dewantara dengan status sebagai Jalan Lingkungan, memiliki tingkat sebaran lichen yang tinggi (Gambar 3). Sedangkan jalan yang memiliki tingkat sebaran lichen yang rendah berada di Jalan Kebangkitan Nasional (Lingkungan), Jalan Ir. Sutami (Lokal), dan K. S Tubun (Lingkungan) (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Sebaran Keanekaragaman Lichen di Kota Surakarta

Adapun jalan lainnya seperti Jl Ahmad Yani (Provinsi), Jl Tentara Pelajar (Provinsi), Jl Gajah Mada (Lokal), Jl Ronggowasito (Lokal), Jl mgr. Sugiyo Pranoto (Lingkungan), Jl. Kolonel Sugiono (Provinsi) memiliki volume keanekaragaman lichen yang tergolong sedang. Persebaran tumbuhan Lichen pada suatu daerah dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kondisi keanekaragaman suatu spesies, salah satunya mempengaruhi pertumbuhan lichen (Murningsih & Mafazaa, 2016).

## SIMPULAN

Ditemukan 12 spesies lichen yang berasal dari 7 famili. Spesies tersebut antara lain *Parmelia tiliacea* (Hoffm) Hale, *Canoparmelia texana* (tuck.) Elix & hale, *Parmelia* sp., berasal dari famili Parmeliaceae. Spesies *Cryptotelia striata* G.Thor, *Cryptotelia scripta* G.Thor, *Arthonia radiate* (Pers) Ach, berasal dari famili Arthoniaceae.

Fee D. Awasthi & M.R. Agarwal berasal dari Famili Caliciaceae. Spesies *Lepraria lobificans* Nyl berasal dari famili Stereocaulaceae. Spesies *Lecanora symmicta* (Ach) Ach., *Lecanora subimmersens* Vain, berasal dari famili Lecanoraceae. Spesies *Pyrenula nitida* (Weigel) Ach berasal dari famili Pyrenulaceae. Spesies *Graphis scripta* (L) Ach. berasal dari famili Graphidaceae.

Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) lichen di Kecamatan Jebres, Surakarta, Jawa Tengah tergolong sedang yaitu 1,92 dimana menunjukkan tingkat keanekaragaman yang tergolong sedang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya Projek Penelitian Unggulan Program Studi Skim Internal Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan No Surat Penjanjian LPPM : 165.12/A.3-III/LPPM/2020.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alfiani, M. (2014). Biologi Keanekaragaman Hayati. Jakarta: Progam Studi Pendidikan Biologi Universitas Syarif Hidayatullah .
- BPLHD. (2018). Rencana Strategis BPLHD Kota Bogor 2015-2019. Bogor: TIM BPLHD Kota Bogor.
- Hidayati, M., Setyawati, T., & Mukarlina, D. (2013). Kandungan Sulfur dan Klorofil Thallus Lichen *Parmelia* sp. dan *Graphis* sp. pada Pohon Peneduh Jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*, 2(1), 12-17.
- Kurniasih, S., Munarti, Prasaja, D., & Lestari, A. A. (2020). Potensi Liken Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Sentul Bogor. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 6(1), 17-24.
- Murningsih, & Mafazaa, H. (2016). Jenis-Jenis Lichen di Kampus Undip Semarang. *Bioma*, 18(1), 20-29.
- Muslim, & Hasairin, A. (2018). Eksplorasi Lichenes pada Tegakan Pohon di Area Taman Margasatwa (Medan Zoo) Simalingkar Medan Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*, 3-7.
- Nurmaningsih, D. (2018). Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas. *AL-ARD: JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN*, 3(2): 46-53.
- Roziaty, E. (2016). Identifikasi Lumut Kerak (Lichen) di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Proceeding Biology Education Conference*, (pp. 770-776). Surakarta.
- Supriati, R., & Setiawan, D. (2013). Keragaman Jenis Lichen di Kota Bengkulu. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Susilawati, P. R. (2017). Fruticose dan Foliose Lichen di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Penelitian*, 21(1), 12-21.
- Thani, A., & Meri, A. (2011). Study of Same Lichen of Qatar. *Atlas Journal of Biology*, 1(1), 41-46.
- Tjirosoepomo, G. (2014). Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Tallophyta, Bryophyta, Pteridophyta). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Utari, T. R. (2017). Karakteristik Morfologi Lichen Crustose di Kawasan Hutan Sekipan Desa Kalisoro Tawangmangu. Jawa Tengah: Program Studi Biologi.
- Wati, T., Kiswardianta, B., & Sulistyarsi, A. (2016). Keanekaragaman Hayati Tanaman Lumut (Bryophitha). *Jurnal Florea*, 3(1): 46-51.

## Karakterisasi Isolat Bakteri Penghasil Kitinase Dan Glukanase Serta Uji Efektifitasnya Terhadap Jamur *Colletotrichum* sp

Yadi Suryadi<sup>1)</sup>, Dwi N Susilowati<sup>2)</sup>, I. Made Samudra<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Lab. Biokimia BB Biogen Jl. Tentara Pelajar 3a, Bogor, 16111

<sup>2)</sup>Lab. Mikrobiologi BB Biogen Jl. Tentara Pelajar 3a, Bogor, 16111

E-mail korespondensi: yshid@yahoo.co.uk

Paper submit: 18 Juni 2018, Paper publish: September 2021

**Abstract** – Shallots as a horticultural commodity is quite important in Indonesia. Fungi anthracnose disease caused by fungus *Colletotrichum* sp. is one of the pathogens causing rot on shallot plants. Therefore, an alternative control that is environmentally friendly is a necessity. The aim of the study was to screen the best potential isolates producing chitinase and glucanase of shallot- rhizosphere from Brebes, and further used to inhibit fungal pathogens. The results showed that it was obtained 8 isolates have suppression activity against *Colletotrichum* sp. which varied in their inhibition. The highest inhibition was produced by isolate UBS 3 (30.56%), whilst one isolate (TK 3) did not have the ability to inhibit *Colletotrichum* sp.

**Keywords:** shallot, rhizosfera, chitinase, glucanase, *Colletotrichum* sp

### PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat, dan mempunyai potensi pengembangan yang masih terbuka lebar tidak saja untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, tetapi juga luar negeri (Irfan 2013; BPS 2013).

Jamur *Colletotrichum* sp. merupakan salah satu patogen yang dapat menyebabkan penyakit antraknosa pada tanaman bawang merah sehingga menyebabkan busuk pada tanaman. Penyakit ini dapat muncul pada bagian batang, dan daun. Infeksi ditandai dengan gejala awal berupa bintik-bintik kecil yang berwarna hitam-hitaman, mengakibatkan buah mengkerut, kering, lalu membusuk serta menurunkan hasil 20 - 90% (Salim 2012). Oleh karena itu, inovasi guna meningkatkan produktivitas usaha tani masih sangat dibutuhkan.

Salah satu upaya dalam peningkatan produktivitas pertanian dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan agen hayati bakteri rizosfir. Rizosfir kaya akan eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman dalam proses

sekresi akar. Kandungan eksudat yaitu berupa karbohidrat, asam amino, asam organik, enzim, dan senyawa-senyawa lain (Hardestyariki *et al.* 2013). Bakteri rizosfir sebagai antifungi mampu mensekresikan enzim kitinase yang mampu mendegradasi kitin menjadi N-asetilglukosamin (GlcNAc). Degradasi kitin oleh enzim kitinase melibatkan organisme kitinolitik. Aktivitas kitinase dari bakteri kitinolitik sangat berpotensi digunakan sebagai agen pengendali hayati terhadap jamur patogen maupun serangga hama (Haedar *et al.* 2017). Enzim kitinase sebagai agen biokontrol mampu mendegradasi kitin menjadi produk yang ramah lingkungan serta dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang lainnya (Pratiwi *et al.* 2015; Rathore dan Gupta 2015).

Berbagai kelompok bakteri seperti *Streptomyces*, *Alteromonas*, *Escherchia*, *Aeromonas* mempunyai kemampuan untuk memproduksi kitinase. Selain itu, bakteri yang telah diisolasi dari tanah, limbah kerang, kebun, kompos limbah tanaman, serta mata air panas juga mampu memproduksi kitinase (Hamid *et al.* 2013). Kitinase digunakan



untuk mendegradasi kitin dan dimanfaatkan sebagai sumber energi. Kitinase memainkan peran penting dalam patogenesis bakteri bagi inang yang mengandung kitin. Kitinase terdapat di tanaman sebagai bagian dari mekanisme pertahanan tanaman (patogenesis terkait protein). Sebagai alternatif pengganti pestisida kimia, kitinase juga dapat digunakan sebagai biopestisida terhadap berbagai jamur patogen (Suryadi et al, 2013; Rathore dan Gupta 2015). Selain itu, hidrolisis  $\beta$ -glukan oleh enzim glukukanase pada dinding sel jamur dapat menurunkan integritas dinding sel, sehingga jamur tidak mampu menginfeksi tanaman. Enzim ini diklasifikasikan berdasarkan ikatan glikosidik yang dihidrolisisnya.  $\beta$ -glukanase yang menghidrolisis ikatan  $\beta$ -1,3 disebut sebagai laminarinase, sedangkan  $\beta$ -1,4 disebut sebagai selulase (Manzila *et al.* 2015). Kajian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi antara lain a) isolasi sampel bakteri endofit dan rizosfer tanaman bawang asal Brebes, b) karakterisasi bakteri (identifikasi morfologi bakteri, produksi kitinase, dan glukukanase), serta c) uji daya antagonis bakteri terhadap jamur *Colletotrichum sp.*

Tujuan penelitian adalah untuk mengkarakterisasi isolat bakteri rizosfir bawang asal Brebes yang berpotensi menghasilkan kitinase dan glukukanase, serta dapat dimanfaatkan dalam menghambat jamur patogen *Colletotrichum sp.*

## METODE PENELITIAN

### 1. Pemurnian Isolat Bakteri, Pengkulturan jamur *Colletotrichum sp.*, dan morfologi isolat bakteri

Isolat bakteri diperoleh dari sampel tanah rizosfer, daun bawang, dan umbi tanaman bawang yang berasal dari daerah Brebes. Isolat yang digunakan berasal dari tanaman bawang besar, sedang, dan kecil (Tabel 1). Isolat bakteri dimurnikan dengan cara digores 3 kuadran ke dalam media NA dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C. Isolat jamur *Colletotrichum sp* ditumbuhkan pada cawan petri berisi media PDA yang telah dilubangi bagian tengahnya dengan bor gabus, kemudian media diinkubasi selama 3-6 hari. Pengamatan morfologi dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 40x, selanjutnya dilakukan uji pewarnaan Gram (Pelzar & Chan, 2007).

Tabel 1. Kode isolat bakteri asal rizosfir tanaman bawang

Kode Isolat	Jenis Sampel
UBB	umbi bawang besar
UBS	umbi bawang sedang
DBB	daun bawang besar
DBK	daun bawang kecil
TK	tanah dari tanaman bawang kecil
TS	tanah dari tanaman bawang sedang

### 2. Karakterisasi Bakteri (Uji Kitinase dan Glukanase)

Uji kuantitatif kitinase (Senol et al, 2014). Satu ose bakteri dipindahkan dari NA miring ke dalam media kitin cair sebanyak 10 mL dalam tabung ulir dan *dishaker* selama 48

jam hingga keruh. Hasil *shaker* diambil sebanyak 3 mL dan dituang ke dalam tabung reaksi untuk diukur nilai OD pada panjang gelombang 620nm (Hitachi U-2000 *Double Beam UV-Vis Spectrophotometer*). Sampel disentrifugasi (*Thermo Scientific Sorvall*



*Legend Micro* 21) pada kecepatan 10.000 rpm serta suhu 4°C selama 10 menit. Supernatan diambil sebagai ekstrak kasar. Sebanyak 150 µL ekstrak kasar, 150 µL PBS pH 7, dan 300 µL koloidal kitin dicampur menggunakan vortex dan diinkubasi pada *waterbath* 37°C selama 30 menit. Campuran disentrifus kembali pada kecepatan 5.000 rpm selama 5 menit. Supernatan diambil 500 µL lalu ditambahkan 500 µL akuades dan 1.000 µL Reagen *Schales*. Campuran dididihkan pada suhu 100°C selama 10 menit, kemudian dibiarkan dingin dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 420 nm.

Uji kuantitatif glukonase (Suryadi et al, 2014). Satu ose bakteri dipindahkan dari NA miring ke dalam media glukon cair dalam tabung ulir dan *dishaker* selama 48 jam hingga keruh. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit. Supernatan diambil sebagai ekstrak kasar. Ekstrak kasar diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 1 mL subatrat larutan pelet glukon. Campuran divortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 60 menit. Selanjutnya, ditambahkan larutan DNS sebanyak 1 mL dan dididihkan selama 15 menit. Campuran diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm.

Uji kualitatif kitinolitik dan glukonolitik (Ferari et al, 2014). Sebanyak 5 µL suspensi sampel masing-masing diteteskan ke dalam media kitin padat yang telah dibagi menjadi dua kuadran. Cawan berisi media dibiarkan mengering selama satu hari dalam laminar, dan diinkubasi selama 3-6 hari. Kemudian, larutan *Congo red* 0.3% diteteskan hingga menutupi seluruh permukaan media kitin padat dan dibiarkan selama 5-15 menit, lalu dibuang. Pembilasan dilakukan dengan larutan NaCl 0.1% hingga menutupi seluruh permukaan media kitin padat lalu dibuang. Uji kualitatif glukon dilakukan dengan cara yang sama, namun substrat menggunakan media glukon, kemudian diamati zona bening yang terbentuk pada masing-masing

media. Zona bening diukur diameternya. rumus perhitungan indeks kitinolitik dan glukonolitik sebagai berikut:

$I = \frac{d_1}{d_2}$ , dimana: I= indeks (kitinolitik/glukonolitik); d1: diameter zona bening ; d2: diameter koloni.

### 3. Uji Antagonis Terhadap Jamur *Colletotrichum* sp (in vitro)

Media PDA dibagi menjadi dua bagian dengan jarak 3 cm, dan pada satu sisi dilubangi menggunakan bor gabus yang telah disterilisasi. Jamur *Colletotrichum* sp. ditempelkan pada bagian media yang dilubangi. Sisi lain dari media digoreskan isolat bakteri. Selanjutnya media diinkubasi selama 3-6 hari, diukur diameter koloni jamur yang menjauh dari bakteri dan diameter yang mendekati bakteri. Rumus perhitungan presentase hambatan sebagai berikut:

$P = \frac{(r_1 - r_2)}{r_1} \times 100\%$ , dimana: r1: jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh ke arah berlawanan dengan antagonis; r2: Jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh mendekati isolat antagonis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

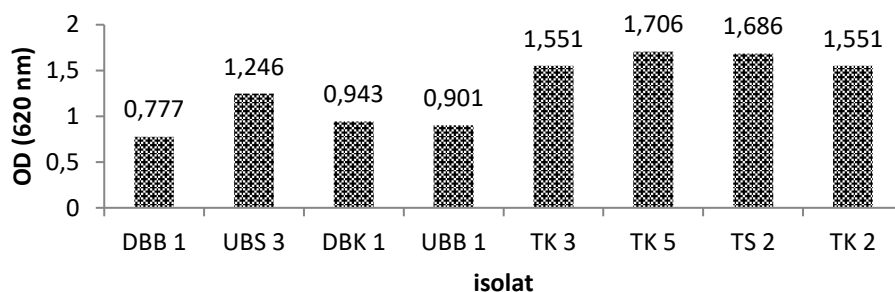
### 1. Isolasi Bakteri

Pengukuran *Optical Density* (OD) isolat setelah 24 jam inkubasi pada media NB cair dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Hasil pengukuran OD dari seluruh isolat menunjukkan hasil yang tidak sama dalam kecepatan pertumbuhannya. Terdapat beberapa isolat mengalami pertumbuhan yang lambat dan beberapa mengalami pertumbuhan yang cepat.

Nilai OD tertinggi yaitu pada isolat TK 5 sebesar 1.706. Hal ini menunjukkan bahwa isolat TK 5 mampu tumbuh cepat

pada media NB cair selama 24 jam. Nilai OD terendah yaitu pada isolat DBB1 sebesar 0,777, yang menunjukkan bahwa isolat DBB1 mengalami pertumbuhan yang lambat

pada media NB cair selama 24 jam. Cepat atau lambatnya pertumbuhan isolat bergantung pada jenis bakteri tersebut (Gambar 1).



Gambar 1. Nilai OD pertumbuhan bakteri setelah 24 jam pengkulturan

Semakin tinggi nilai absorbansi maka jumlah bakteri juga semakin banyak. Hal ini dapat diartikan semakin tinggi jumlah bakteri maka semakin banyak cahaya yang akan diserap oleh bakteri tersebut, sehingga cahaya yang dilewatkan juga akan sedikit. Begitupun sebaliknya, semakin rendah jumlah bakteri maka jumlah cahaya yang diserap juga akan sedikit, sehingga cahaya yang dilewatkan akan berjumlah banyak.

## 2. Karakterisasi Morfologi Isolat Bakteri dan Uji Pewarnaan Gram

Pengamatan morfologi bakteri dilakukan untuk mengetahui bentuk serta ukuran bakteri yang diisolasi. Selain untuk mengelompokkan Gram bakteri. Parameter morfologi koloni sel dalam medium pertumbuhan yang diamati berupa warna, bentuk, dan ukuran koloni dalam medium. Pewarnaan Gram, digunakan untuk memisahkan anggota-anggota domain *Bacteria* ke dalam dua kelompok berdasarkan dinding selnya. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang lebih sederhana dengan jumlah peptidoglikan yang relatif banyak. Dinding sel bakteri Gram negatif memiliki peptidoglikan yang lebih sedikit dan secara struktural lebih kompleks (Pelczar & Chan. 2007). Selain itu, pengklasifikasian

bakteri juga dapat dilakukan berdasarkan bentuk selnya. Bakteri memiliki bentuk tubuh sel yang berbeda, mulai dari bola (cocci) hingga batang (bacilli). Bakteri juga dapat menghasilkan berbagai pelengkap seperti pili atau flagella yang menunjukkan keragaman dalam bentuk keseluruhan panjang dan lebar sel (Yang et al. 2016).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh isolat memiliki bentuk coccus. Morfologi dan karakterisasi dari 8 isolat bakteri hasil isolasi bakteri endofit, rizosfir, dan bakteri tanah asal Brebes dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian reaksi Gram menunjukkan bahwa isolat bakteri kebanyakan tergolong ke dalam bakteri Gram positif yang tidak menghasilkan lendir dan beberapa merupakan bakteri Gram negatif (Tabel 2). Bakteri berwarna ungu tergolong ke dalam bakteri Gram positif yang mampu menyerap bahan pewarna kristal violet karena memiliki dinding sel yang lebih tebal dan mengandung peptidoglikan, sedangkan bakteri gram negatif berwarna merah (Yusra et al. 2014). Bakteri Gram positif ini memiliki peptidoglikan setebal 20–80 nm sebagai kulit terluar sel. Bakteri Gram negatif memiliki lapisan dinding sel yang relatif tipis (<10 nm), tetapi terdapat

membran luar tambahan dengan beberapa pori. Perbedaan-perbedaan lapisan dinding sel ini memberikan sifat yang berbeda ke sel,

terutama respon terhadap tekanan eksternal termasuk panas, radiasi UV, dan antibiotik (Prochnow *et al.* 2016).

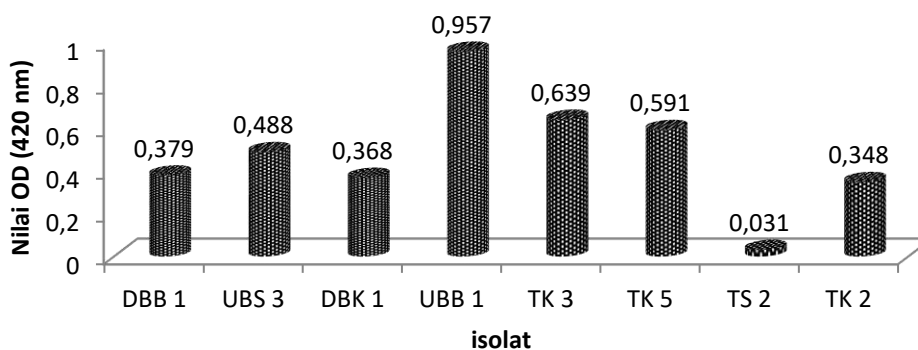
Tabel 2. Karakterisasi isolat bakteri tanaman bawang asal Brebes

Isolat	Bentuk koloni	Karakterisasi Permukaan	Warna	Bentuk Sel	Uji Gram
DBB 1	Bulat	Kering	Kuning Pucat	<i>Coccus</i>	+
UBS 3	Menyebar	Basah	Kuning	<i>Coccus</i>	-
DBK 1	Menyebar	Kering	Putih Pucat	<i>Coccus</i>	+
UBB 1	Menyebar	Kering	Kuning Muda	<i>Coccus</i>	-
TK 3	Bulat	Basah	Kuning Pucat	<i>Coccus</i>	-
TK 5	Menyebar	Basah	Putih Susu	<i>Coccus</i>	+
TS 2	Bulat	Kering	Kuning Pucat	<i>Coccus</i>	+
TK 2	Bulat	Kering	Kuning Muda	<i>Coccus</i>	+

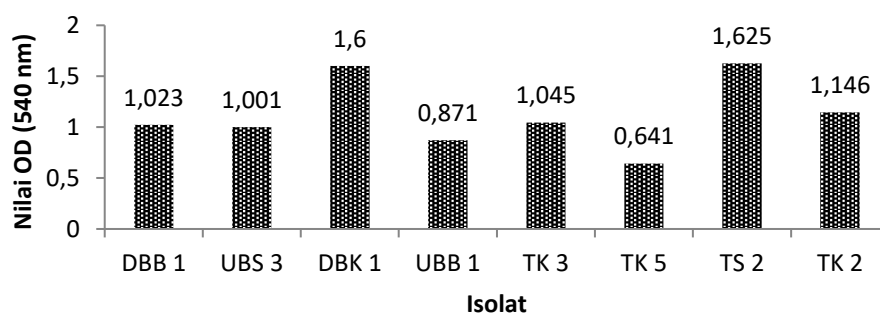
### 3. Konsentrasi Kitinase dan Glukanase Isolat Bakteri

Hasil pengukuran OD dalam media kitin cair dari seluruh isolat menunjukkan hasil yang tidak sama dalam kecepatan pertumbuhannya. Ada beberapa isolat yang mengalami pertumbuhan lambat dan beberapa yang mengalami pertumbuhan cepat. Nilai OD tertinggi yaitu pada isolat UBB 1 sebesar 0.957. Hal ini menunjukkan bahwa isolat UBB 1 mampu tumbuh cepat pada media kitin cair selama 48 jam. Nilai OD terendah yaitu pada isolat TS 2 sebesar 0.031, yang menunjukkan pertumbuhan yang lambat pada media kitin cair selama 48 jam (Gambar 2). Terdapat beberapa isolat

yang mengalami pertumbuhan lambat dan beberapa mengalami pertumbuhan cepat pada media glukon. Nilai OD tertinggi yaitu pada isolat TS 2 sebesar 1.625. Hal ini menunjukkan bahwa isolat TS 2 mampu tumbuh cepat pada media glukon cair selama 24 jam. Nilai OD terendah (mengalami pertumbuhan yang lambat pada media glukon cair selama 24 jam) yaitu pada isolat TK 5 sebesar 0.641 (Gambar 3). Hasil perhitungan secara kuantitatif menunjukkan terdapat isolat yang menghasilkan kitinase tertinggi yaitu DBK 1 dengan konsentrasi sebesar 91.4 mg/L, sedangkan hasil kitinase terendah yaitu isolat TK 2 dengan konsentrasi 12.4 mg/L (Tabel 3).



Gambar 2. Nilai OD pertumbuhan bakteri pada media kitin cair setelah 48 jam pengkulturan



Gambar 3. Nilai OD pertumbuhan bakteri pada media glukosa cair setelah 24 jam pengkulturasi

Tabel 3. Hasil pengukuran konsentrasi kitinase dan glukonase isolat bakteri

Isolat	[Kitinase] (mg/L)	[Glukonase] (mg/L)
DBB 1	82.2	6.922
UBS 3	58.2	1.914
DBK 1	91.4	2.016
UBB 1	81	6.889
TK 3	81,8	2.488
TK 5	76.4	1.951
TS 2	73.8	2.123
TK 2	12.4	6.889

Hasil perhitungan glukonase secara kuantitatif menunjukkan terdapat isolat yang menghasilkan glukonase tertinggi yaitu DBB 1 dengan konsentrasi sebesar 6.922, sedangkan glukonase terendah yaitu isolat UBS 3 dengan konsentrasi sebesar 1.914. Adanya perbedaan aktivitas enzim kemungkinan disebabkan perbedaan isolat bakteri yang sangat spesifik dalam mendekomposisi substrat.

#### 4. Indeks Kitinolitik dan Glukonolitik

Bakteri kitinolitik dapat dihasilkan dengan cara penapisan mikroorganisme yang mampu menghasilkan kitinase dengan menggunakan media yang mengandung kitin. Bakteri kitinolitik dapat ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar koloni berdasarkan pelepasan GlcNAc. Enzim kitinase yang disekresikan bakteri dalam media agar kitin kemudian diikat oleh partikel kitin sehingga kitin menjadi terdegradasi. Degradasi oligomer kitin dan penggunaan molekul hasil degradasi tersebut

oleh bakteri membuat media di sekitar koloni tampak jernih. Substrat kitin (koloid kitin) di dalam media akan terhidrolisis oleh kitinase yang mengakibatkan terbentuknya zona bening di sekeliling koloni isolat. Zona bening akan semakin terlihat jelas setelah penambahan larutan *Congo red* ( $C_{32}H_{22}N_6O_6S_2Na_2$ ) yang berikatan dengan substrat polimer kitin ikatan  $\beta$ -1,4 dalam media agar sehingga berwarna merah. Degradasi kitin diawali dengan hidrolisis ikatan  $\beta$ -1,4 glikosida via enzim endokitinase sehingga terbentuk oligomer kitin. Selanjutnya dipecah menjadi dimer GlcNAc via kitobiosidase dan selanjutnya menjadi monomer GlcNAc via N-asetilglukosaminidase (Fauziah dan Herdyastuti 2013).

Hasil uji kualitatif kitinase terdapat tiga isolat yang membentuk zona bening yaitu DBK 1, UBB 1, dan TS 2. Indeks kitinolitik terbesar dihasilkan oleh isolat DBK 1 yaitu sebesar 1.34 cm, sedangkan indeks kitinolitik terkecil dihasilkan oleh

isolat UBB 1 yaitu sebesar 1.13 cm. Terdapat beberapa isolat yang tidak membentuk zona bening (Tabel 4). Terbentuknya zona bening menunjukkan bahwa isolat mampu mendegradasi kitin menjadi GlcNAc. Besar kecilnya zona bening sangat tergantung pada kemampuan bakteri untuk memproduksi kitinase yang sangat bervariasi. Perbedaan tersebut mungkin disebabkan perbedaan kecil pada gen yang mengkodonya (Haedar *et al.* 2017). Indeks kitinolitik diperoleh melalui perbandingan antara diameter zona bening yang terbentuk dengan diameter koloni (Setia dan Suharjono 2015). Selulosa yang terhidrolisis oleh enzim selulolitik pada medium agar jika digenangi oleh *Congo red*

akan menghasilkan zona bening karena adanya reaksi antara *Congo red* dan ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik yang terkandung dalam polimer selulosa.

Hasil Uji kualitatif glukonase, menunjukkan hampir seluruh isolat menghasilkan zona bening, kecuali isolat TK 3, dengan nilai Indeks glukanolitik terbesar dihasilkan isolat TK 5 dan DBK 1 sebesar 2 cm, sedangkan indeks glukanolitik terkecil dihasilkan oleh isolat UBB 1 dan TS 2 yaitu sebesar 0.5 cm (Tabel 4). Terbentuknya zona bening menunjukkan bahwa isolat mampu mendegradasi glukon menjadi glukosa.

Tabel 4. Indeks kitinolitik dan glukanolitik isolat bakteri

Isolat	Indeks Kitinolitik (cm)	Indeks Glukanolitik (cm)
DBB 1	0	1
UBS 3	0	1
DBK 1	1.34	2
UBB 1	1.13	0.5
TK 3	0	0
TK 5	0	2
TS 2	1.31	0.5
TK 2	0	1

#### 5. Daya Hambat Isolat terhadap Jamur *Colletotrichum* sp

Masing-masing isolat bakteri diuji daya hambatnya terhadap jamur *Colletotrichum* sp. Hasil uji antagonis seluruh isolat terhadap jamur *Colletotrichum* sp

menunjukkan daya hambat kurang dari 50%, bahkan isolat TK 3 tidak menghambat sama sekali. Persentase daya hambat terbesar terhadap *Colletotrichum* sp yaitu isolat UBS 3 sebesar 30.56 % (Tabel 5).

Tabel 5. Daya hambat terhadap *Colletotrichum* sp

Kode Isolat	Jari-jari koloni jamur (cm)		Daya Hambat (DH) (%)
	R1	R2	
DBB 1	2.1	2	4.76
UBS 3	3.6	2.5	30.56
DBK 1	3	2.7	10.00
UBB 1	2	1.8	10.00
TK 3	2.7	2.7	0.00
TK 5	2.5	2.3	8.00
TS 2	2.1	1.8	14.29
TK 2	2	1.7	15.00

Keterangan: r1: Jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh ke arah berlawanan dengan bakteri antagonis ; r2: Jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh mendekati isolat bakteri antagonis

Daya hambat yang diamati berdasarkan zona jernih atau zona bening yang terbentuk dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu sangat kuat (zona hambat > 20 mm), kuat (10-20 mm), sedang (5-10 mm), dan lemah (< 5 mm). Daya hambat dua isolat kurang dari 5 mm sehingga termasuk memiliki daya hambat yang lemah, 3 isolat sedang, 2 isolat kuat dan satu isolat sangat kuat daya hambatnya terhadap jamur *Colletotrichum* sp.

Berdasarkan hasil penelitian ini, isolat yang mempunyai daya hambat kuat, berpotensi digunakan untuk menghambat jamur patogen *Colletotrichum* sp.

## SIMPULAN

Isolat bakteri rizosfir asal tanaman bawang keseluruhan memiliki bentuk bulat (*coccus*), dan hasil pewarnaan berwarna ungu (kelompok bakteri Gram positif).

Isolat DBK 1, UBB 1, dan TS 2 mampu menghasilkan kitinase dengan indeks kitinolitik yang cukup tinggi. Hasil uji kuantitatif serta kualitatif glukonase relatif kecil, hanya isolat TK 3 yang tidak menghasilkan glukonase.

Hasil uji antagonis, diperoleh 8 isolat yang memiliki daya hambat terhadap jamur *Colletotrichum* sp. dengan presentase yang berbeda-beda. Daya hambat tertinggi dihasilkan oleh UB S3 (30.56%), satu isolat (TK3) tidak memiliki kemampuan menghambat jamur patogen.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian dibiayai oleh DIPA BB Biogen 2018 (Bioprospeksi Senyawa Bioaktif untuk Peningkatan Produktivitas Komoditas Pertanian). Penghargaan disampaikan kepada Sdr. Adela dan tim teknis lab. Mikrobiologi BB Biogen atas bantuan dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Data produksi Tanaman sayuran 2012. BPS, Jakarta
- Fauziah, dan N., Herdyastuti. 2013. Uji aktivitas bakteri kitinolitik dari tambak udang di lamongan dan sidoarjo. UNESA J.Chemistry. 2(1):36-39.
- Ferrari, A.R., Y. Gaber., and Fraaije. 2014. A fast, sensitive and easy colorimetric assay for chitinase and cellulase activity detection. Biotechnol. for Biofuels. 7(37): 1-8.
- Haedar, N., H. Natsir., Fahrudin., dan W., Aryanti. 2017. Produksi dan karakterisasi enzim kitinase dari bakteri kitinolitik asal kerang *anadara granosa*. J. Ilmu Alam dan Lingkungan. 8 (15) : 14 – 21.
- Hamid, R., M.A. Khan., M. Ahmad., M.M. Ahmad., M.Z. Abidin., J. Musarrat., and S., Javed, 2013. Chitinase: an update. J. Pharmacy and BioAllied Sciences. 5(1): 21-29.
- Hardestyariki, D., B. Yudono., dan Munawar. 2013. Eksplorasi bakteri hidrokarbonoklastik dari rhizosfer di lahan tambang minyak rakyat, kecamatan babat toman, Sumatera Selatan. J. Penelitian Sains. 16(3): 78-85.
- Irfan, M. 2013. Respon bawang merah (*Allium ascalonicum* L) terhadap zat pengatur tumbuh dan unsur hara. J. Agroteknologi. 3(2): 35-40.
- Manzila, I., T.P. Priyatno., M.F. Fathin., L. Ambarsari., Y. Suryadi., I.M. Samudera., dan D.N..Susilowati. 2015. Karakterisasi  $\beta$ -1,3-1,4-glukanase bakteri endofitik *Burkholderia cepacia* isolat E76 asal tanaman padi. Berita Biologi. 14(2): 143-153.



- Pelczar, M.J., and Chan. 2007. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Ratna Siri Hadioetomo, Teja Imas, S. Sutarmi Tjitrosomo, Sri Lestari Angka, Penerjemah. Jakarta (ID): UI Press. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*.
- Pratiwi, R.S., T.E. Susanto., Y.A.K. Wardani., dan A., Sutrisno. 2015. Enzim kitinase dan aplikasi di bidang industri: kajian pustaka. *J. Pangan dan Agroindustri*.3(3): 878-88.
- Prochnow, A.M., M. Clauson., J. Hong., and A.B., Murphy. 2016. Gram positive and gram negative bacteria differ in their sensitivity to cold plasma. *Scientific Repost* 6(3): 1-11.
- Rathore, A.S., and R.D.. Gupta. 2015. Chitinases from bacteria to human: properties, applications, and future perspectives. *Enzyme Research*. 1(2): 1-8.
- Salim, M.A. 2012. Pengaruh antraknosa (*Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum acutatum* ) terhadap respons ketahanan delapan belas genotipe buah cabai merah (*Capsicum annuum* L). *J. Sains*. 6(2): 182-187.
- Senol, M., H. Nadaroglu., N. Dikbas., and R., Kotan. 2014. Purification of chitinase enzymes from *Bacillus subtilis* bacteria tv-125, investigation of kinetic properties and antifungal activity against *Fusarium culmorum*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 13(35): 1-7.
- Setia, I., dan Suharjo. 2015. Diversitas dan Uji Potensi Bakteri Kitinolitik dari Limbah Udang. *J. Biotropika*. 3(2): 95-98.
- Suryadi, Y., T.P. Priyatno., I.M. Samudera., D.N. Susilowati., N. Lawati., dan E, Kustaman. 2013. Pemurnian parsial dan karakterisasi kitinase asal jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* isolat BB200109. *J. AgroBiogen*. 9(2): 77-84.
- Suryadi, Y., D.N. Susilowati, P. Lestari, T.P. Priyatno, I.M. Samudra, N. Hikmawati dan N.R. Mubarik. 2014. Characterization of bacterial isolates producing chitinase and glucanase for biocontrol of plant fungal pathogens *Journal of Agricultural Technology* Vol. 10(4): 983-999
- Yang, D.C., M. Kris., and N.R., Salama. 2016. Staying in shape: the impact of cell shape on bacterial survival in diverse environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 80(1): 187-203.
- Yusra., F. Azima., Novelina., dan Periadnadi. 2014. Isolasi dan identifikasi mikroflora *indigenous* dalam budu. *Agritech*. 34(3): 316-321.

# Ophiocordyceps : Fungi Entomopatogen Penyebab Zombie Pada Serangga

Ivan Permana Putra

Divisi Mikologi, Departemen Biologi, IPB University  
Gedung Biologi, Kampus IPB, Dramaga, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, 16680, Indonesia  
E-mail: ivanpermanaputra@apps.ipb.ac.id

Paper submit: 14 Juni 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Ophiocordyceps merupakan kelompok fungi entomopatogen yang dikenal dengan kemampuannya untuk menginfeksi serangga dan mengubahnya menjadi zombie. Sebanyak 250 spesies telah dilaporkan dan beberapa diantaranya diketahui memiliki kemampuan untuk mengendalikan inangnya, salah satu yang paling populer adalah semut. Kelompok patogen serangga ini tersebar luas di wilayah hutan tropis di seluruh dunia, dan sedikit sekali laporan dari wilayah empat musim. Mekanisme pengontrolan inang merupakan cara fungi untuk meningkatkan kebugarannya. Entomopatogen ini menyebabkan inangnya berhenti bergerak, paralisis, dan mati terutama pada daerah terbuka seperti bagian atas daun atau batang tumbuhan guna meningkatkan peluang produksi dan penyebaran spora. Meskipun memiliki potensi fungi dan serangga yang beragam, ditambah lagi dengan sebaran hutan hujan tropis yang luas, laporan penelitian semacam ini masih sangat jarang di Indonesia. Ulasan ini akan menjelaskan mengenai evolusi fungi pembentuk zombie pada serangga, persebaran, mekanisme pembentukan zombie, dan peluang pemanfaatannya sebagai sumber bahan bioaktif, untuk memicu penelitian serupa yang dilaporkan dari Indonesia.

**Kata kunci:** Fungi, Serangga, Ophiocordyceps, Zombie, Indonesia

**Abstract** – Ophiocordyceps is special type of entomopathogenic fungi which well known to infect insects and turning them into zombie. A total of 250 species have been described from its genus, and some are known to control their hosts, which are most notably ants. They are ubiquitous within tropical rain forests across the board, with few publication reports from temperate ecosystems. These fungal pathogens possess the capacity to manipulate host behaviour in order to increase their own fitness. These entomopathogenic fungi cause their hosts freeze to die in an exposed area on the abaxial surface of leaves or branches, which then enhancing the fungus spore production and dispersal. Despite the high diversity of fungi and insect with vast tropical forest as well as drugs potency from Ophiocordyceps, publication of Ophiocordyceps was rarely reported from Indonesia. This review will explain the evolution of Ophiocordyceps-insect interaction, simbiotic distribution, and zombie-insect formation mechanism, in order to induce zombie-insect research in Indonesia.

**Keywords:** Fungi, Insect, Ophiocordyceps, Zombie, Indonesia

## PENDAHULUAN

Fungi dan serangga merupakan dua kelompok organisme dengan jumlah yang mendominasi hampir keseluruhan spesies makhluk hidup di dunia. Hal ini menyebabkan interaksi antara keduanya menjadi sangat tinggi. Bentuk-bentuk interaksi yang terjadi mulai dari komensalisme (Lichtwardt, 2001), mutualisme, yakni serangga ‘bertani’ fungi (Mueller et al., 2001; Mueller dan Gerardo, 2002; Mueller et al., 2005; Mueller dan

Bacci, 2010), hingga parasitisme (Araujo dan Hughes, 2016).

Fungi patogen yang menyerang serangga dan kelompok avertebrata lainnya disebut sebagai fungi entomopatogen. Kelompok fungi ini terspesialisasi untuk menginfeksi 19 dari total 29 ordo serangga sebagai produk evolusi mekanisme invasi yang beragam (Araujo dan Hughes, 2016). Diantara beberapa bentuk infeksi yang dikembangkan oleh fungi entomopatogen, genus *Ophiocordyceps* memiliki cara yang unik dan menakutkan (Andersen et al., 2009).

*Ophiocordyces* diketahui memiliki kisaran inang yang luas yakni serangga dan juga arthropoda seperti laba-laba (Araujo dan Hughes, 2016; Araujo et al., 2018). Beberapa spesies dari genus ini yang terspesialisasi menginfeksi semut juga diketahui mampu berpindah ke inang lainnya untuk meningkatkan kebugaran dan diversifikasi inang (Andersen et al., 2009; Hughes et al., 2011; Mongkolsamrit et al., 2012; Tasanathai et al., 2019).

Entomopatogen penyebab zombie-serangga ini umumnya ditemukan pada hutan hujan basah di daerah tropis. Serangga yang terinfeksi akan mengalami perubahan perilaku dan menjauh dari sarangnya hingga kemudian mati dan mengalami mumifikasi. *Ophiocordyces* telah dilaporkan dari berbagai hutan di Brazil, Amerika, Kolombia, Australia, Jepang, dan Thailand (Araujo et al., 2018; Mongkolsamrit et al., 2012; Barbosa et al., 2015) dan sebagian besar merupakan patogen pada semut.

Hingga saat ini, fokus penelitian fungi entomopatogen di Indonesia hanya pada *Beauveria bassiana* dan *metarhizium anisopliae* sebagai agen biokontrol serangga hama pertanian (Indrayani et al., 2013; Ismanto dan Sukartana, 2016; Rosmiati et al., 2018; Turnip et al., 2018;) dan sedikit tulisan mengenai *Cordyceps* Ginting et al. (2015) dan peluang bisnisnya pada media-media berita dan blog online.

Sementara itu, penelitian mengenai *Ophiocordyces* pernah dilaporkan sekali pada tahun 1941 oleh peneliti dari Jepang, Yoshio Kobayashi, dalam bukunya yang berjudul 'The Genus Cordyceps and its Allies' dan baru-baru ini oleh Halimah et al., (2018). Oleh karena itu, dengan adanya ulasan ini, diharapkan semakin banyak penelitian dan laporan mengenai interaksi *Ophiocordyces* dan serangga di hutan tropis Indonesia yang luas. Ulasan ini akan menitikberatkan pembahasan mengenai asal-usul dan evolusi

fungi pembentuk zombie pada serangga, keragaman dan persebarannya di daerah tropis, mekanisme pembentukan zombie, serta potensi metabolit sekundernya.

## METODE

Informasi yang digunakan dalam penulisan ulasan ini diperoleh melalui studi pustaka dan hasil dokumentasi pribadi. Penelusuran pustaka online dilakukan melalui laman akademik yang menyediakan jurnal ilmiah gratis dan berbayar seperti *sciencedirect*, *researchgate*, *googlescholar*, *wiley online library* dan lain-lain. Informasi dikumpulkan dengan menggunakan kata kunci yang berhubungan dengan penulisan ulasan ini misalnya *Entomopathogenic fungi*, *Ophiocordyces*, *Ophiocordyceps diversity and distribution*, *Zombie-insect fungi*, dan lain sebagainya. Selanjutnya informasi yang diperoleh kemudian dianalisis dan disintesis, serta disusun untuk menjelaskan pandangan penulis terkait evolusi dan taksonomi zombie serangga, distribusi *Ophiocordyceps*, mekanisme pembentukan zombie, serta potensi metabolit sekundernya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Evolusi dan Taksonomi Fungi Pembentuk Zombie Pada Serangga.

Interaksi antara fungi dan serangga telah terjadi sejak puluhan juta tahun dan dalam berbagai spektrum asosiasi. Kedua organisme ini diketahui melakukan koevolusi bersama dalam berbagai kisaran simbiosis, mulai dari mutualistik hingga parasitik (Araujo dan Hughes, 2016; Stork, 2018). Kingdom Fungi memiliki lebih dari 2000 spesies entomopatogen yang menginfeksi 90 genus serangga (Araujo dan Hughes, 2016) dan sebagian besar berasal dari Filum Ascomycota, Ordo Hypocreales.

Araujo dan Hughes (2019) melakukan rekonstruksi filogenetik dari ordo Hypocreales untuk mengetahui asal dan

evolusi fungi entomopatogen *Ophiocordyceps* yang menyebabkan semut menjadi zombie. Mereka menyimpulkan bahwa sebagian besar *Ophiocordyceps* penginfeksi semut berasal dari nenek moyang yang awalnya menyerang larva kumbang di tanah ataupun kayu lapuk. Hal ini terjadi ketika adanya persinggungan relung ekologi antara kumbang dan semut. Semut merupakan serangga sosial dan memiliki jumlah individu yang banyak, diduga merupakan penyebab diversifikasi inang oleh *Ophiocordyceps*. Genus ini sendiri dihipotesiskan muncul sejak 100 juta tahun yang lalu (Sung et al., 2008).

Spesies dari genus *Ophiocordyceps* awalnya diklasifikasikan sebagai *Cordyceps*. *Cordyceps* juga merupakan patogen serangga (Gambar 1) dan arthropoda yang banyak di alam. Namun berdasarkan bukti-bukti molekuler, diketahui bahwa nenek moyang fungi ini bersifat polifiletik. *Cordyceps* kemudia dipecah menjadi 4 genus yakni : *Cordyceps*, *Tolytocladium* *Metacordyceps*, dan *Ophiocordyceps* (Sung et al., 2007; Quandt et al., 2014). Saat ini *Ophiocordyceps* memiliki 160 spesies (Sung et al., 2007) dan 15 spesies baru ditambahkan pada 2018 lalu (Araujo et al., 2018).



Gambar 1. *Cordyceps* sp. tumbuh pada larva serangga. (Dokumentasi pribadi).

Baik *Ophiocordyceps* maupun sebagian besar entomopatogen lainnya memproduksi askospora di dalam askoma dengan bentuk peritesium. Massa dari askoma tersebut membentuk stroma tegak bertangkai yang tumbuh dari mumi serangga mati (Evans et al., 2011). Fase aseksual (dulu dikenal dengan konsep anamorf) dari *Ophiocordyceps* meliputi *Sorospora*, *Syngliocladium*, *Paraisaria*, *Stilbella*, *Hymenostilbe* dan *Hirsutella* (Quandt et al., 2014).

## 2. Persebaran Fungi Pembentuk Zombie Serangga

*Ophiocordyceps* sebagian besar ditemukan dari daerah tropis yang memiliki hutan lebat dan sedikit dari daerah empat musim. Genus ini

banyak dilaporkan terutama dari Hutan Amazon di Amerika Selatan dan Asia (terutama China dan Thailand) (Mongkolsamrit et al., 2012; Barbosa et al., 2015; Kobmoo et al., 2012, 2015; Araujo et al., 2018; Tasanathai et al., 2019). Di Indonesia (Gambar 2), *Ophiocordyceps* dilaporkan dari hutan Mandiangin, Banjarbaru, Kalimantan Selatan (Halimah et al., 2018). Sebagian besar spesies dari *Ophiocordyceps* asal Asia (Gambar 3) memiliki stroma yang berbenang, lunak hingga sangat keras, warna yang agak gelap, dan berada pada jarak tertentu hingga tertanam pada mumi serangga (Kobayasi 1941; Kobmoo et al. 2012, 2015; Luangsard et al. 2018).



Gambar 2. *Ophiocordyceps* sp. asal Kalimantan. (Sumber : Halimah et al., 2018)



Gambar 3. *Ophiocordyceps unilateralis* asal Thailand. (Sumber : Pontoppidan et al., 2019)

Li et al. (2011) melakukan survei korelasi keberadaan *Ophiocordyceps* dengan ketinggian tempat ditemukannya. Mereka menyimpulkan bahwa sebagian besar genus ini ditemukan pada ketinggian antara 3000-5000 mdpl. Namun sedikit peneliti lainnya melaporkan bahwa fungi ini ditemukan pada ketinggian di bawah 3000 mdpl (Zhou et al. 2007; Pontoppidan et al. 2009). Lebih lanjut, Pontoppidan et al. (2009) melaporkan bahwa distribusi *Ophiocordyceps* dipengaruhi oleh temperatur, kelembapan, dan tutupan vegetasi. Diantara sekian banyak spesies dari genus *Ophiocordyceps*, *O. Nutans* merupakan jenis yang paling banyak dilaporkan dari wilayah Asia (Sasaki et al. 2012). Karena *Ophiocordyceps* merupakan kelompok spesies kompleks, maka peluang untuk

mendeskripsikan spesies baru terutama dari daerah tropis menjadi sangat terbuka lebar (Araujo dan Hughes 2019) dan Indonesia adalah salah satunya.

Kisaran inang *Ophiocordyceps* meliputi 10 ordo serangga: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Blattodea, Odonata, Mantodea dan Dermaptera, termasuk laba-laba dari Arthropoda (Araujo dan Hughes, 2016; Araujo et al., 2018). Laba-laba juga merupakan inang yang juga sering diinfeksi oleh entomopatogen lainnya. Namun sebagian besar laporan menunjukkan bahwa *Ophiocordyceps* hampir sebagian besar menginfeksi semut dan sedikit rayap, serta tawon (Gambar 4).





Gambar 4. *Ophiocordyceps humberii* yang menginfeksi tawon (Sumber : Somavilla et al., 2019)

### 3. Mekanisme Pembentukan dan Perilaku Zombie Serangga

*Ophiocordyceps* diketahui merupakan entomopatogen yang bergaya hidup nekrotrof. Patogen nekrotrof mengontrol inang untuk meningkatkan kebugaran, mendapatkan nutrisi, dan membiarkan inang tetap hidup dalam beberapa waktu (biotrof). Namun, patogen kemudian membunuh inang dan berperilaku sebagai sapotrof. Tantangan terbesar fungi entomopatogen untuk menginfeksi inangnya adalah lapisan kitin yang keras pada eksoskeleton. Sebagian besar fungi patogen juga masuk melalui lubang alami atau celah diantara tungkai soma seraangga.

Secara umum, fungi entomopatogen menginfeksi inang melalui beberapa tahapan : spora menempel pada permukaan tubuh inang, spora berkecambah dan membentuk hifa, hifa bermodifikasi membentuk struktur apressorium, apressorium menekan kutikula

inang secara fisik dan mekanik yang dibantu oleh enzim dan enterotoksin (De Bekker et al., 2017) hasil sekresi hifa, setelah berhasil melewati barikade sistem pertahanan inang dan masuk ke *haemocoel* (rongga diantara tubuh avertebrata), fungi kemudian berproliferasi dan mulai menginvasi inang (Joop dan Vilcinkas, 2016).

Pada sebagian besar entomopatogen, inang kemudian menjadi mumi dan dilingkupi oleh hifa-hifa dan terawetkan (Gambar 5). Namun pada *Ophiocordyceps*, proses yang terjadi selanjutnya menjadi lebih kompleks dan melibatkan disorientasi perilaku dari inangnya. Inang (terutama semut) umumnya meninggalkan koloni, memanjat batang, mencari posisi yang lebih tinggi, menggigit atau mencengkram erat bagian adaksial daun. Mangold et al. (2019) melaporkan bahwa terjadi hiperkontraksi pada



Gambar 5. Fungi entomopatogen yang memumifikasi laba-laba (Dokumentasi

mandibula semut oleh infiltrasi fungi sehingga mengarahkan perubahan *neuromuscular* tersebut. Kemudian terjadi pembentukan stroma bertangkai yang muncul dari bagian kepala, hingga spora berhasil tersebar oleh angin (Andersen et al. 2009).

Karena perubahan perilaku dan pergerakan inang yang sebenarnya tidak dikehendaki olehnya, maka peneliti memberikan istilah zombie pada serangga ataupun avertebrata lainnya yang terinfeksi oleh *Ophiocordyceps*. Istilah zombie sendiri mengindikasikan adanya ekspresi genom fungi yang difasilitasi oleh tubuh inangnya (De Bekker et al., 2015). Semut merupakan serangga yang paling sering diserang oleh patogen ini karena beberapa faktor. Pertama, walaupun hanya menyusun 2% dari ragam serangga di hutan tropis, namun biomassa semut adalah salah satu yang paling banyak di ekosistem hutan (Chicco, 2011). Kedua, semut adalah salah satu makhluk sosial dengan interaksi tinggi dengan kawanannya dalam koloninya ataupun koloni lain. Ketiga, semut merupakan inang yang rentan terhadap serangan patogen, sehingga memudahkan infeksi (Sung et al., 2007).

Umumnya, semut pekerja terinfeksi oleh *Ophiocordyceps* saat merambah (*foraging*). Spora fungi obligat ini tertempel pada kutikula semut (Hughes et al., 2009). Untuk bereproduksi dan melengkapi siklus hidupnya, *Ophiocordyceps* harus membentuk struktur stroma. Alasan mengapa fungi mengontrol semut untuk berpindah ke tempat sepi dan tidak pernah membunuh inang di dalam sarangnya adalah untuk mendapatkan waktu yang cukup dan tempat

yang sesuai. Jika semut yang diinfeksi mati di dalam sarangnya, maka semut lainnya akan segera mengeluarkannya ke sembarang tempat di luar sarang sehingga kemungkinan bukan merupakan lingkungan yang diinginkan oleh fungi patogen (Andersen et al., 2009).

#### 4. Potensi Metabolit Sekunder *Ophiocordyceps*

*Ophiocordyceps* telah dikenal sebagai sumber *medicinal* fungi di seluruh dunia untuk menjaga kekuatan dan kebugaran tubuh. Berbagai pengobatan tradisional di China bahkan menggunakan fungi ini untuk mengobati penyakit paru-paru dan ginjal (Yao dan Wang, 2011). Penelitian lain juga melaporkan bahwa entomopatogen memiliki efek farmakologikal meliputi imunomodulating (Wu et al., 2006), hipokolesterolemik (Koh et al., 2003), hipoglemik (Zhang et al., 2006), antitumor (Wu et al., 2005), antioksidan (Dong dan Yao, 2008), dan antiaging (Ji et al., 2009).

#### SIMPULAN

Penelitian mengenai interaksi fungi entomopatogen *Ophiocordyceps* dengan serangga di Indonesia berpeluang untuk mendeskripsikan spesies-spesies atau hal-hal baru yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Luasnya hutan hujan tropis di Indonesia, ditambah dengan keragaman serangga dan fungi yang tinggi menjadikan hal tersebut menjadi suatu keniscayaan bagi peneliti dan pecinta fungi ataupun serangga. Selain itu, inventarisasi data yang baik akan memudahkan pemanfaatan sumberdaya yang ada di masa mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, S. B., Gerritsma, S., Yusah, K. M., Mayntz, D., Hywel-Jones, N. L., Billen, J., ... Hughes, D. P. 2009. The Life of a Dead Ant: The Expression of an Adaptive Extended

- Phenotype. *The American Naturalist*, 174(3), 424–433. Available at: <http://dx.doi.org/10.1086/603640>
- Araújo, J. P. M., & Hughes, D. P. 2016. Diversity of Entomopathogenic Fungi. *Advances in Genetics*, 1–39. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.adgen.2016.01.001>.
- Araújo, J. P. M., Evans, H. C., Kepler, R., & Hughes, D. P. 2018. Zombie-ant fungi across continents: 15 new species and new combinations within *Ophiocordyceps*, *I. Myrmecophilous* hirsutelloid species. *Studies in Mycology*, 90, 119–160. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2017.12.002>.
- Araújo, J. P. M., & Hughes, D. P. 2019. Zombie-Ant Fungi Emerged from Non-manipulating, Beetle-Infecting Ancestors. *Current Biology*, 29(21), 3735–3738. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2019.09.004>.
- Barbosa, B. C., Halfeld, V. R., de Araújo, J. P. M., Maciel, T. T., & Prezoto, F. 2015. Record of *Ophiocordyceps unilateralis* sensu lato, the zombie-ant fungus, parasitizing *Camponotus* in an urban fragment of Atlantic Rainforest in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 50(1), 21–23. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2014.991213>.
- Chicco, G. 2011. Ant Colony System-Based Applications to Electrical Distribution System Optimization. *Ant Colony Optimization - Methods and Applications*. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/13840>.
- De Bekker, C., Ohm, R. A., Loreto, R. G., Sebastian, A., Albert, I., Merrow, M., Hughes, D. P. 2015. Gene expression during zombie ant biting behavior reflects the complexity underlying fungal parasitic behavioral manipulation. *BMC Genomics*, 16(1). Available at: <http://dx.doi.org/10.1186/s12864-015-1812-x>.
- De Bekker, C., Ohm, R. A., Evans, H. C., Brachmann, A., & Hughes, D. P. 2017. Ant-infecting *Ophiocordyceps* genomes reveal a high diversity of potential behavioral manipulation genes and a possible major role for enterotoxins. *Scientific Reports*, 7(1): 1-13. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-12863-w>.
- Dong, C.-H., & Yao, Y.-J. 2008. In vitro evaluation of antioxidant activities of aqueous extracts from natural and cultured mycelia of *Cordyceps sinensis*. *LWT - Food Science and Technology*, 41(4), 669–677. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2007.05.002>.
- Evans, H. C., Elliot, S. L., & Hughes, D. P. 2011. Hidden Diversity Behind the Zombie-Ant Fungus *Ophiocordyceps unilateralis*: Four New Species Described from Carpenter Ants in Minas Gerais, Brazil. *PLoS ONE*, 6(3), 1-9. Available at: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0017024>.
- Ginting, L. A., Oemry, S., Lubis, L. 2015. Uji Patogenitas Jamur *Cordyceps militaris* L. terhadap Ulat Api (*Setothosea asigna* E.) (Lepidoptera: Limacodidae) di Rumah Kasa. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 785-789.
- Halimah, N., Imaningsih, W., & Mariana, M. 2018. Karakterisasi morfologi jamur entomopatogen di Hutan Mandiangin Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(1), 39. Available at: <http://dx.doi.org/10.46638/jmi.v2i1.39>.
- Hughes, D. P., Evans, H. C., Hywel-Jones, N., Boomsma, J. J., & Armitage, S. A. O. 2009. Novel fungal disease in complex leaf-cutting ant societies. *Ecological Entomology*, 34(2), 214–220. Available at: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2311.2008.01066.x>.
- Hughes, D. P., Andersen, S. B., Hywel-Jones, N. L., Himaman, W., Billen, J., & Boomsma, J. J. 2011. Behavioral mechanisms and morphological symptoms of zombie ants dying from

- fungal infection. *BMC Ecology*, 11(1), 13. Available at: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6785-11-13>.
- Indrayani, I., Soetopo, D., Hartono, J. 2013. Efektivitas Formula Jamur *Beauveria Bassiana* Dalam Pengendalian Penggerek Buah Kapas (*Helicoverpa Armigera*). *J. Littri*, 19(4), 178-185.
- Ismanto, A., & Sukartana, P. 2016. Uji efektivitas isolat jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin terhadap rayap tanah pada pengujian di laboratorium dan lapangan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 261–268. Available at: <http://dx.doi.org/10.20886/jphh.2016.34.4.261-268>.
- Ji, D.-B., Ye, J., Li, C.-L., Wang, Y.-H., Zhao, J., & Cai, S.-Q. 2009. Antiaging effect of *Cordyceps sinensis* extract. *Phytotherapy Research*, 23(1), 116–122. Available at: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.2576>.
- Joop, G., & Vilcinskis, A. 2016. Coevolution of parasitic fungi and insect hosts. *Zoology*, 119(4), 350–358. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.zool.2016.06.005>.
- Kobayasi Y. 1941. The genus *Cordyceps* and its allies. *Science reports of the Tokyo Bunrika Daigaku* 84: 53-260.
- Kobmoo, N., Mongkolsamrit, S., Tasanathai, K., Thanakitpipattana, D., & Luangsa-Ard, J. J. 2012. Molecular phylogenies reveal host-specific divergence of *Ophiocordyceps unilateralis* sensu lato following its host ants. *Molecular Ecology*, 21(12), 3022–3031. Available at: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294x.2012.05574.x>.
- Kobmoo, N., Mongkolsamrit, S., Wutikhun, T., Tasanathai, K., Khonsanit, A., Thanakitpipattana, D., & Luangsa-Ard, J. J. 2015. New species of *Ophiocordyceps unilateralis*, an ubiquitous pathogen of ants from Thailand. *Fungal Biology*, 119(1), 44–52. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2014.10.008>.
- Koh, J.-H., Kim, J.-M., Chang, U.-J., & Suh, H.-J. 2003. Hypocholesterolemic Effect of Hot-Water Extract from Mycelia of *Cordyceps sinensis*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 26(1), 84–87. Available at: <http://dx.doi.org/10.1248/bpb.26.84>.
- Lichtwardt, R. W. (n.d.). 2001. Trichomycetes: Fungi in Relationship with Insects and Other Arthropods. *Symbiosis*, 575–588. Available at: [http://dx.doi.org/10.1007/0-306-48173-1\\_36](http://dx.doi.org/10.1007/0-306-48173-1_36).
- Li, Y., Wang, X.-L., Jiao, L., Jiang, Y., Li, H., Jiang, S.-P., Yao, Y.-J. 2011. A survey of the geographic distribution of *Ophiocordyceps sinensis*. *The Journal of Microbiology*, 49(6), 913–919. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s12275-011-1193-z>.
- Luangsa-ard, J., Tasanathai, K., Thanakitpipattana, D., Khonsanit, A., & Stadler, M. 2018. Novel and interesting *Ophiocordyceps* spp. (Ophiocordycipitaceae, Hypocreales) with superficial perithecia from Thailand. *Studies in Mycology*, 89, 125–142. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2018.02.001>.
- Mangold, C. A., Ishler, M. J., Loreto, R. G., Hazen, M. L., & Hughes, D. P. 2019. Zombie ant death grip due to hypercontracted mandibular muscles. *The Journal of Experimental Biology*, 222(14):2-9. Available at: <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.200683>.
- Mongkolsamrit, S., Kobmoo, N., Tasanathai, K., Khonsanit, A., Noisriboom, W., Srikitikulchai, P., ... Luangsa-ard, J. J. 2012. Life cycle, host range and temporal variation of *Ophiocordyceps unilateralis/Hirsutella formicarum* on Formicine ants. *Journal of Invertebrate Pathology*, 111(3), 217–224. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2012.08.007>.

- Mueller, U. G., Schultz, T. R., Currie, C. R., & Malloch, D. 2001. The Origin of the Attine Ant-Fungus Mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, 76(2), 169-197. Available at: <http://dx.doi.org/10.1086/393867>.
- Mueller, U. G., & Gerardo, N. 2002. Fungus-farming insects: Multiple origins and diverse evolutionary histories. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24), 15247-15249. Available at: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.242594799>.
- Mueller, U.G, Gerardo, N.M, Aanen, D.K, Six D.L, Schultz, T.R. 2005. The evolution of agriculture in insects. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 36: 563-595.
- Mueller, U.G., Ortiz, A. & Bacci, M. 2010. Planting of fungus onto hibernating workers of the fungus-growing ant *Mycetosoritis clorindae* (Attini, Formicidae). *Insectes Sociaux*, 57(2), pp.209-215. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s00040-010-0072-7>.
- Pontoppidan, M.-B., Himaman, W., Hywel-Jones, N. L., Boomsma, J. J., & Hughes, D. P. 2009. Graveyards on the Move: The Spatio-Temporal Distribution of Dead *Ophiocordyceps*-Infected Ants. *PLoS ONE*, 4(3):1-10. Available at: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0004835>.
- Quandt, C. A., Kepler, R. M., Gams, W., Araújo, J. P. M., Ban, S., Evans, H. C., ... Spatafora, J. W. 2014. Phylogenetic-based nomenclatural proposals for *Ophiocordycipitaceae* (Hypocreales) with new combinations in *Tolypocladium*. *IMA Fungus*, 5(1), 121–134. Available at: <http://dx.doi.org/10.5598/imafungus.2014.05.01.12>.
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah, E., & Setiati, Y. 2018. Potensi *Beauveria bassiana* sebagai Agens Hayati *Spodoptera litura* Fabr. pada Tanaman Kedelai. *Agrikultura*, 29(1), 43. Available at: <http://dx.doi.org/10.24198/agrikultura.v29i1.16925>.
- Sasaki, F., Miyamoto, T., Yamamoto, A., Tamai, Y., & Yajima, T. 2012. Relationship between intraspecific variations and host insects of *Ophiocordyceps nutans* collected in Japan. *Mycoscience*, 53(2), 85–91. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s10267-011-0137-0>.
- Somavilla, A., Barbosa, B. C., Prezoto, F., & Oliveira, M. L. 2019. Infection and behavior manipulation of social wasps (Vespidae: Polistinae) by *Ophiocordyceps humbertii* in Neotropical forests: new records of wasp-zombification by a fungus. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 55(1), 23–28. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2019.1691908>.
- Stork, N. E. 2018. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31–45. Available at: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348>.
- Sung, G.-H., Hywel-Jones, N. L., Sung, J.-M., Luangsa-ard, J. J., Shrestha, B., & Spatafora, J. W. 2007. Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. *Studies in Mycology*, 57, 5–59. Available at: <http://dx.doi.org/10.3114/sim.2007.57.01>.
- Sung, G.-H., Poinar, G. O., & Spatafora, J. W. 2008. The oldest fossil evidence of animal parasitism by fungi supports a Cretaceous diversification of fungal–arthropod symbioses. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49(2), 495–502. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.08.028>.
- Tasanathai, K., Noisripoom, W., Chaitika, T., Khonsanit, A., Hasin, S., & Luangsa-ard, J. 2019. Phylogenetic and morphological classification of *Ophiocordyceps* species on termites from Thailand. *MycoKeys*, 56, 101–129. Available at: <http://dx.doi.org/10.3897/mycokeys.56.37636>.



- Turnip, A., Runtuboi, D. Y. P., & Lantang, D. 2018. Uji Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* dan Waktu Aplikasi Terhadap Hama *Spodoptera litura* Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). JURNAL BIOLOGI PAPUA, 10(1). Available at: <http://dx.doi.org/10.31957/jbp.131>.
- Wu, Y., Ishurd, O., Cuirong, S., & Yuanjiang, P. 2005. Structure Analysis and Antitumor Activity of (1→3)-β-D-Glucans (Cordyglucans) from the Mycelia of *Cordyceps sinensis*. *Planta Medica*, 71(4), 381–384. Available at: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2005-864111>.
- Wu, Y., Sun, H., Qin, F., Pan, Y., & Sun, C. 2006. Effect of various extracts and a polysaccharide from the edible mycelia of *Cordyceps sinensis* on cellular and humoral immune response against ovalbumin in mice. *Phytotherapy Research*, 20(8), 646–652. Available at: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.1921>
- Yao, Y.-J., & Wang, X.-L. 2011. Host insect species of *Ophiocordyceps sinensis*: a review. *ZooKeys*, 127, 43–59. Available at: <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.127.802>.
- Zhang, G., Huang, Y., Bian, Y., Wong, J. H., Ng, T. B., & Wang, H. 2006. Hypoglycemic activity of the fungi *Cordyceps militaris*, *Cordyceps sinensis*, *Tricholoma mongolicum*, and *Omphalia lapidescens* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 72(6), 1152–1156. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-006-0411-9>.
- Zhou, C., Yang, G., Honghui, L., Xiaoling, Y., Shan, L., Yunguo, Z., Jiakuan, C. 2007. Phylogenetic relationships of host insects of *Cordyceps sinensis* inferred from mitochondrial Cytochrome b sequences. *Progress in Natural Science*, 17(7), 789–797. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/10002007088537474>.

# Review: Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Linda Febriani\*, Gunawan, Abdul Gafur  
Program Studi Biologi, Universitas Lambung Mangkurat,  
Corresponding E-mail: lndafbrni18@gmail.com

Paper submit: 11 Mei 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Keberhasilan pertumbuhan tanaman dalam pertanian dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ialah media tanam. Setiap tanaman berbeda kebutuhannya, termasuk jenis media tanam yang tepat untuk dapat tumbuh dan berkembang. Media tanam dapat dikombinasikan untuk mendapatkan berbagai nutrisi yang tepat untuk tanaman dapat tumbuh, berkembang, dan bereproduksi dengan baik. Media tanam yang digunakan petani dalam menunjang pertumbuhan tanaman antara tanah lain, pasir, sekam padi, pupuk, serbuk gergaji, batang pisang, dan cocopeat. Petani saat ini masih mencari jenis media tanam dengan kombinasi yang baru dan berbeda, ini tidak sama antara tanaman satu dan yang lainnya. Setiap tanaman berbeda keperluan nutrisi dan unsur haranya, sehingga berbeda pula kebutuhan media tanam dan komposisinya. Penelitian terkait jenis media tanam dan kombinasinya penting untuk dilakukan, sehingga kedepannya bisa mendapatkan formulasi terbaik tentang media tanam untuk jenis tanaman yang akan ditanam.

**Kata Kunci:** Media Tanam, Nutrisi, Tanaman

*Abstract* – The success of plant growth in agriculture is influenced by several factors, one of which is the growing media. Every plant has different needs, including the right type of growing media to be able to grow and develop. Growing media can be combined to get a variety of complete nutrients for plants to grow, develop, and reproduce properly. Growing media used by farmers to support plant growth include other soil, sand, rice husks, fertilizer, sawdust, banana stems, and cocopeat. Farmers are still looking for new and different types of planting media, this is not the same between one plant and another. Each plant has different nutritional requirements and nutrients, so that the planting media needs and the composition are different. Research related to the type of planting media and its combination is important to do, so that in the future can get the best formulation of planting media for the types of plants to be planted.

*Keywords:* Growing Media, Nutrient, Plant

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang salah satu pendapatan negaranya bertumpu pada sektor pertanian. Pertanian di Indonesia termasuk dalam mata pencaharian utama masyarakat, sehingga mayoritas bekerja sebagai petani (Damanik, 2014). Di Indonesia, pertanian didukung oleh adanya kondisi geografis yang strategis. Kondisi geografis ini menjadikan pertanian mampu berkembang dengan baik dalam menunjang kebutuhan pangan negara. Geografi yang strategis mencakup tanah yang subur dan kondisi lingkungan cocok menjadikan

banyak jenis tanaman dapat tumbuh di Indonesia (Prawoto, 2010).

Faktor-faktor pertumbuhan merupakan hal penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Faktor pertumbuhan mencakup di dalamnya yaitu faktor dari dalam (internal) dan luar (eksternal). Faktor internal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman ialah gen dan hormon tumbuhan (Putra *et al.*, 2016), sedangkan faktor eksternal mencakup unsur hara, media tanam, suhu, kelembaban udara, air, dan intensitas cahaya (Putra *et al.*, 2016; Bui *et al.*, 2015). Diantara beberapa faktor penting untuk keberhasilan pertumbuhan

tanaman, media tanam adalah salah satu yang perlu dikaji lebih dalam (Hayati *et al.*, 2012; Fatimah & Handarto, 2008). Komponen utama yang harus diperhatikan saat bercocok tanam ialah media tanam yang sesuai untuk jenis tanaman. Jenis media tanam yang mampu menjaga kelembaban akar, menyediakan unsur hara, serta oksigen yang cukup dianggap sebagai media yang tepat (Dalimoenthe, 2013).

Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pertumbuhan tanaman adalah media tanam. Media tanam nantinya akan menjadi tempat berpijak tanaman dimulai dari peletakkan biji hingga tumbuh menjadi tanaman besar, maka dari itu media tanam yang baik merupakan hal krusial yang harus diperhatikan agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu. Hayati *et al.* (2012) menyatakan bahwasanya keberhasilan pertumbuhan tanaman ditunjang oleh baiknya media tanam. Jenis media tanam terbaik ialah media dengan struktur tanah yang gembur dan berpori. Ruang pori pada media berfungsi menampung air dan udara sehingga tanaman yang tumbuh di atasnya dapat menyerap unsur hara secara optimal (Lingga, 1998).

Saat ini, petani di Indonesia sudah memanfaatkan banyak macam jenis media tanam yang banyak. Jenis media tanam yang berbeda, tentunya memiliki kandungan yang berbeda pula (Augustien & Suhardjono, 2016). Media tanam yang paling umum dimanfaatkan petani diantaranya campuran antara pasir, tanah, dan pupuk kandang (Hayati *et al.*, 2012), selain itu juga menggunakan bahan organik seperti pupuk kompos, humus, arang, sabut kelapa, serbuk gergaji, batang pisang (Dalimoenthe, 2013; Augustien & Suhardjono, 2016). Para petani terus mengembangkan jenis media tanam yang sesuai dengan kebutuhan jenis tanaman (Augustien & Suhardjono, 2016). Penggunaan media tanam biasanya sering

dikombinasikan satu sama lain agar mendapatkan jenis media yang terbaik untuk tanaman, perbedaan kombinasi atau komposisi yang digunakan akan menghasilkan pengaruh berbeda pada tanaman.

Tumbuhan memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda, sehingga media tanam akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Media tanam dapat tersusun dari satu atau banyak bahan, asalkan kandungannya tetap dapat menjadi media tanam yang baik untuk tumbuhan (Augustien & Suhardjono, 2016). Buana *et al.* (2019) menjelaskan media tanam yang gembur dan mudah untuk ditembus akar biasanya cocok untuk jenis tanaman sayuran, sedangkan media tanam berstruktur solid biasanya cocok untuk tanaman jenis berkayu untuk dapat menopang pertumbuhan lebih besar. Pengetahuan mengenai berbagai jenis media tanam penting untuk diketahui, sehingga pemilihan jenis media terbaik akan membantu dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut.

### 1. Media Tanam

Faktor internal seperti genetik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, faktor ini diturunkan parental pada generasi selanjutnya. Faktor genetik yang menjadi modal awal sebuah tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang sama seperti induknya (Hayati *et al.*, 2012). Menurut Hayati *et al.* (2012) selain dipengaruhi genetik, pertumbuhan juga dipengaruhi lingkungan di sekitarnya seperti media tanam. Augustien & Suhardjono (2016) menyatakan optimalnya tanaman tumbuh apabila media tumbuhnya terus diperhatikan. Media tanam yang dapat mengoptimalkan hasil pertumbuhan membutuhkan nutrisi yang berkombinasi sehingga tanaman mampu melakukan

pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi dengan maksimal.

Media tanam mengacu pada substrat atau kombinasi substrat yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman baru. Media tanam ini memberi tanaman dukungan berupa secara mekanik, penyedia air dan nutrisi mineral untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Radha *et al.*, 2018). Syarat media tanam berupa bebas gulma, hama, dan penyakit, dapat mengelola kadar air dengan baik, memiliki kadar keasaman (pH) berkisar antara 6-6,5 sesuai kemampuan tanaman, serta berporous sehingga dapat memudahkan pertumbuhan akar untuk menembus media tanam (Bui *et al.*, 2015).

Media tanam termasuk faktor yang esensial karena berpengaruh langsung terhadap perkembangan jaringan tanaman, sehingga penting sekali komponen penyusun (hara makro dan mikro) pada media yang digunakan. Contohnya seperti Kalsium (Ca) yang merupakan salah satu hara mikro yang perlu tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Unsur ini berguna sebagai pengaktifan enzim dalam hal pembelahan sel, proses mitosis, sintesis protein, elongasi sel, serta translokasi karbohidrat (Gustia, 2013).

Pada awal pertumbuhan, tanaman tidak langsung mampu mensuplai asupan nutrisi secara langsung karena organ tubuhnya masih ada yang belum sempurna. Maka tanaman menyerap nutrisi dan air dari tanah melalui akar, sedangkan menyerap nutrisi dari udara melalui daun (Augustien & Suhardjono, 2016). Pemilihan media yang tepat dengan septicity rendah, aerasi tinggi, permeabilitas yang sesuai, dan keasaman sesuai diperlukan untuk memastikan awal dan autotrofik kondisi pertumbuhan (Hariyanto *et al.*, 2019). Berdasarkan hal ini perlu dikembangkan secara lebih luas media tanam seperti apa yang cocok untuk dapat menunjang pertumbuhan akar yang lebih

mudah. Media tanam dengan komposisi ideal harusnya dapat mempermudah akar untuk tumbuh, serta dapat menyediakan nutrisi awal untuk biji tanaman (Mustofa *et al.*, 2018; Pasaribu & Wicakcono, 2019).

## 2. Tanah

Pertumbuhan tanaman ditunjang oleh komponen media tanam yang baik, yaitu tanah, udara, bahan organik, dan air. Optimalnya komponen tanah terdiri dari ruang pori (50%), bahan organik (5%), dan bahan anorganik atau mineral (45%) (Pratiwi *et al.*, 2017). Tanah dalam bidang pertanian berfungsi sebagai tempat pertumbuhan akar untuk menopang tegaknya tanaman, tempat penyuplai air, udara, dan nutrisi, serta penyedia hara dan zat-zat adiktif yang berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan dan proteksi tanaman (Hanafiah, 2013). Menurut Osman (1996) dalam Hayati *et al.* (2012) pertanian yang berhasil sangat tergantung oleh tekstur dan struktur tanah yang baik, keadaan tanah yang baik ialah tanah yang beruang pori sehingga dapat menyerap hara dan mineral secara optimal.

Tanah sebagai media tanam ditentukan oleh struktur dan teksturnya. Tanah yang memiliki struktur baik akan mempengaruhi laju infiltrasi, pencucian hara, gerakan air, perkembangan dan penetrasi akar. Struktur tanah yang buruk diperbaiki dengan penambahan unsur bahan organik untuk dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah dan memelihara aerasi tanah. Tanah yang aerasinya baik dapat meningkatkan perkembangan akar dan bertambahnya resapan air karena meningkatnya oksigen yang tersedia (Hayati *et al.*, 2012). Augustien & Suhardjono (2016) mengatakan tanah

dengan kandungan bahan organik dan struktur yang remah akan baik untuk pertumbuhan tanaman karena tercukupi kebutuhan haranya. Kadar humus pada tanah dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan organik, banyak sumber bahan organik misalnya pupuk kandang. Bahan organik pada pupuk dapat meningkatkan populasi mikrobia di dalam tanah jika dibandingkan dengan pemberian pupuk kimia buatan.

### 3. Pupuk Kompos

Media tanam harus mengandung bahan organik yang cukup, ini dapat membuat fase vegetatif dan generatif tanaman berjalan dengan baik (Hayati *et al.*, 2012). Keunggulan pupuk organik daripada pupuk anorganik ialah mampu meningkatkan daya serap dan simpan terhadap air, meningkatkan populasi jasad renik, serta menggemburkan dan menyuburkan tanah (Eka *et al.*, 2013). Pupuk organik seperti kompos dan yang lainnya dapat meningkatkan nutrisi tanah dikarenakan dapat, menyediakan sumber karbon dan nitrogen untuk mikroorganisme tanah, mengurangi erosi, menurunkan suhu tanah, memfasilitasi perkecambahan biji dan meningkatkan air tanah kapasitas retensi. Pupuk mampu menstabilkan pH tanah, meningkatkan bahan organik, dan pada akhirnya melalui pembibitan dapat memperbanyak hasil tanaman (Christophe *et al.*, 2019).

Salah satu pupuk organik yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah dan mikrobiologinya ialah kompos. Unsur hara yang terkandung mencakup protein, fosfat dan nitrogen yang berbentuk senyawa kompleks argon, serta humat yang sukar diserap oleh tanaman. Peningkatan unsur hara dalam pupuk kompos banyak dilakukan, diantaranya menambahkan bahan

alami seperti kulit batang pisang, tepung tulang dan darah kering, serta biofertilizer (Elpawati *et al.*, 2015). Pemberian kompos sebagai media tanam dapat meningkatkan secara signifikan kandungan N-NO<sub>3</sub> tanah, C-organik, N-total tanah, unsur Zn, Mg, Cu, Ca, dan K (Zulkarnain *et al.*, 2013). Penelitian Elpawati *et al.* (2015) menggunakan media tanam kompos dan tanah dengan perbandingan 1:2, serta penambahan pupuk EM10 dapat meningkatkan diameter batang dan produksi tongkol tanaman jagung (*Zea mays* L.). Meizal (2008) pada penelitiannya mendapatkan tingginya dosis pemberian kompos ampas tebu dapat mempengaruhi kemantapan agrerat, kekerasan tanah, partikel density, dan total ruang pori. Hasil penelitian Annabi *et al.* (2006) mendapatkan bahwa media tanam dengan menggunakan pupuk kompos dapat memperbaiki agregat tanah. Hal ini dikarenakan substansi organik dalam pupuk berperan sebagai perekat ikatan partikel tanah. Selain itu, pengaplikasian pupuk kandang, kompos dan CustomBio dalam penelitian Zulkarnain *et al.* (2013) meningkatkan kemampuan agregat dan porositas tanah, kadar air, dan dapat meningkatkan N-total serta C-organik pada tanah sehingga mampu memperbanyak hasil panen tebu (*Saccharum officinarum* L.)

### 4. Pupuk Kandang Sapi

Kegiatan pertanian organik saat ini kebanyakan menggunakan pupuk kandang (Eka *et al.*, 2013). Pupuk kandang sebenarnya memiliki kekurangan daripada pupuk kimia buatan yaitu kandungan hara yang lebih sedikit, tetapi disisi lain juga mempunyai keunggulan yang dapat menggemburkan struktur tanah, memperbanyak jumlah mikroba, serta meningkatkan humus tanah (Augustien & Suhardjono, 2016). Pupuk kandang yang biasa digunakan merupakan pengolahan



kotoran hewan ternak seperti ayam, kambing, sapi, maupun terkadang kotoran kelelawar (Eka *et al.*, 2013). Nutrisi yang terkandung dalam kotoran hewan penting untuk pertumbuhan tanaman, adapun persentase nutrisi utama N-P-K kambing sebanyak 1,4-0,21-2; unggas sebanyak 1,5-0,4-0,35; dan kotoran sapi sebanyak 0,55-0,1-0,5 (Handajaningsih *et al.*, 2019). Pupuk kandang dari kotoran sapi bertekstur padat dengan kandungan air dan lendir yang banyak. Tekstur seperti ini menjadikan kotoran apabila terkena udara akan cepat kering dan mengeras, sehingga air tanah dan udara menjadi sulit merembes ke dalamnya. Kondisi demikian membantu jasad renik untuk mengubah material di dalam pupuk menjadi unsur hara sehingga keperluan tanaman untuk tumbuh secara perlahan tercukupi (Juniyati *et al.*, 2016). Penelitian Juniyati *et al.* (2016) mendapatkan hasil bahwa pupuk sapi padat dengan campuran tanah timbunan dan arang sekam perbandingan 3:1:1 apabila diberikan pada tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir) dapat memperbanyak produksi mencakup pertumbuhan tinggi batang dan jumlah daun. Penelitian Indriyani *et al.* (2011) juga mendapati bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan semua komponen daun, tinggi tanaman nanas, serta berat basah bibit.

### 5. Pupuk Kandang Kambing

Ternak lainnya yang berpotensi menjadi sumber pupuk organik ialah kambing. Kandungan kalium pupuk kandang kambing lebih tinggi daripada pupuk kandang kerbau ataupun sapi, namun oleh pupuk kandang kuda, babi, dan ayam masih lebih rendah. Tekstur khas kotoran kambing ialah bentuknya yang berbutir dan sukar pecah, ini dapat mempengaruhi dekomposer dan penyedia unsur hara lainnya. Pupuk kandang kambing sebelum penggunaannya diharuskan menjadi kompos

terlebih dahulu, karena nilai rasio C/Nnya berkisar antara 20-25, yang mana seharusnya kurang dari 20 (Eka *et al.*, 2013). Unsur hara pada kotoran kambing berefek lebih lama pada pertumbuhan tanaman karena ketersediaannya yang secara bertahap. Bahan organik seperti kotoran kambing tidak hanya berperan penting dalam membantu ketersediaan nutrisi dalam tanah, tetapi juga membantu dalam peningkatan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Tanah bertipe Ultisol yang cenderung memiliki fraksi tanah liat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan fraksi debu dan pasir, membuat tanah menjadi lebih padat dan mengakibatkan kapasitas penahanan air rendah, sehingga perlu untuk menambahkan bahan organik yang berasal dari kotoran kambing (Handajaningsih *et al.*, 2019).

Penelitian mengenai penggunaan pupuk organik dari kotoran hewan sudah banyak dilakukan, seperti pada penelitian Prihandana & Hendroko (2006) yang mendapati bahwa perbandingan 1:1:1:1 dari pupuk kandang dengan campuran pasir, tanah, dan sekam dapat meningkatkan pertumbuhan setek jarak pagar. Penelitian Christophe *et al.* (2019) mengenai pupuk kandang juga mendapati bahwa kombinasi antara kotoran sapi, kambing, kotoran ayam dan pupuk NPK dapat meningkatkan produksi dalam pembibitan *Mangifera oleifera*. Selain itu, Handajaningsih *et al.* (2019) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa penambahan kotoran kambing dan dolomit pada tanah sebagai media tanam dapat meningkatkan berat buah, diameter buah, ketebalan buah, diameter batang tanaman, dan padatan isi buah pada buah melon (*Cucumis melo* L.).

### 6. Sekam Padi

Negara-negara di Asia selatan dan barat daya sebagian besar menghasilkan sekitar 90% dari produksi beras dunia. Produksi tersebut mendapati 20% dari berat

beras adalah sekam. Sekam padi ialah bahan limbah pertanian yang dapat dijadikan untuk media tanam. Sekam padi dianggap baik karena ringan dan sifat kimia dan fisik yang baik (Alzrog *et al.*, 2013). Sekam padi mengandung C (37%), abu (20%) dan konstituen utama abu adalah SiO<sub>2</sub> (94%) (Radha *et al.*, 2018). Sekam padi mengandung kandungan silikon dan kalium yang tinggi, kedua kandungan ini menyediakan nutrisi yang berpotensi besar untuk memperbaiki tanah. Sekam padi berkarbonasi yang terdiri bahan ringan dengan struktur berpori mikro, serta kepadatannya sekitar 0,15-3 g/cm<sup>3</sup> (Milla *et al.*, 2013). Petani biasanya tidak hanya menggunakan sekam padi yang secara langsung dijadikan media, tetapi ada yang menjadikannya sekam bakar atau arang sekam.

Sekam bakar merupakan media tanam berporous kecil dengan tingkat steril yang baik. Aerasi dan drainase sekam padi tergolong baik, tetapi penggunaan langsung dari sisa padi tanpa diolah terlebih dahulu masih mengandung organisme patogen bagi pertumbuhan tanaman. Sehingga beberapa petani biasanya membakar terlebih dahulu sekam sebelum digunakan, cara pembakarannya yaitu dengan meletakkan kulit padi yang sudah kering di atas tempat pembakaran berupa tungku. Sebelum bara sekam menjadi abu, maka dilakukan penyiraman dengan air. Sekam bakar biasanya digunakan sebagai media tanam hidroponik karena sifatnya yang lebih steril dan memiliki komposisi kimiawi seperti SiO<sub>2</sub> (52%) dan C (31%). Selain itu sekam bakar juga mengandung sedikit MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu, CaO, K<sub>2</sub>O, dan MgO serta bahan organik lainnya (Gustia, 2013).

Media tumbuh yang ditambahkan sekam bakar dapat memaksimalkan pemupukan mencakup perbaikan sifat fisik tanah (porositas dan aerasi), dan pengikat

hara bagi tanaman saat kekurangan hara (Pratiwi *et al.*, 2017). Akar tanaman secara difusi dan osmosis mengangkut unsur hara di media tanam melalui air yang terserap (Anjarwati *et al.*, 2017). Penelitian menggunakan sekam padi sebagai media tanam sudah beberapa kali dilakukan, seperti penelitian Milla *et al.* (2013) yang mendapatkan hasil bahwa sekam padi yang ditambahkan ke tanah mampu meningkatkan berat tanaman dengan meningkatkan ukuran batang dan panjang daun kangkung (*Ipomoea aquatica*). Penelitian Pratiwi *et al.* (2017) juga mendapati bahwa penambahan sekam dengan komposisi 2:1 dapat memberikan unsur hara terbaik pada tanaman stroberi (*Fragaria vesca* L.), sedangkan pada penelitian oleh Gustia (2013) mendapati perkembangan akar tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) meningkat karena adanya penambahan sekam bakar.

## 7. Cocopeat

Media tanam yang mana sering digunakan di daerah tropis salah satunya ialah cocopeat (Pratiwi *et al.*, 2017). Cocopeat adalah bahan organik yang terbuat dari kulit kelapa. Serabut kelapa yang panjang biasanya digunakan dalam pembuatan sikat, jok mobil, atau bahkan isian kasur. Sedangkan, serat yang pendek (berukuran 2 mm atau kurang) dan debunya dipotong lebih lanjut, dihancurkan dan dicuci untuk menghasilkan produk baru yang cocok untuk digunakan sebagai media tanam yang disebut cocopeat (Alzrog *et al.*, 2013). Cocopeat memiliki kelebihan yang dapat mengikat dan menyimpan air dengan kuat (Dalimoenthe, 2013), yaitu sebesar 69% air di tanah (Pratiwi *et al.*, 2017). Ukuran pori yang dimiliki cocopeat berukuran mikro sehingga dapat menghambat lebih besar gerakan air, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan air untuk tumbuhan (Irawan &

Kafiar, 2015). Komponen media cocopeat mencakup pH, EC, dan reaksi kimia lainnya yang baik. Media ini memiliki kapasitas jerapan air yang tinggi, hal ini menghasilkan aerasi rendah karna pergerakan udara di air buruk. Tetapi selain kelebihan cocopeat, media ini juga memiliki kekurangan yaitu kandungan tanin yang tinggi. Adanya zat tanin pada cocopeat diketahui dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Pratiwi *et al.*, 2017).

Beberapa penelitian mengenai penggunaan cocopeat sebagai media tanam sudah dilakukan. Hariyanto *et al.* (2019) mendapati pertumbuhan anggrek (*Dendrobium sylvanum* Rchb. f.) menjadi optimal menggunakan media kombinasi cocopeat dan ampas tebu, pertumbuhannya mencakup diameter batang, panjang daun, lebar daun, dan panjang akar. Kombinasi media ini telah memenuhi kriteria media tumbuh dibutuhkan agar tanaman anggrek tumbuh optimal karena media ini memiliki aerasi yang baik dan drainase. Dengan demikian, penyimpanan airnya sangat bagus dan kaya akan nutrisi. Penelitian Suradinata *et al.* (2012) menggunakan kombinasi cocopeat dan arang (1: 1) dengan pupuk Gavaota 2L-1 juga memberikan pertumbuhan terbaik pada anggrek (*Dendrobium* sp.). Pada penelitian Pratiwi *et al.* (2017) media cocopeat memberikan hasil paling tinggi yaitu 12,54% untuk pertumbuhan tanaman stroberi (*Fragaria vesca* L.), sedangkan pada penelitian oleh Irawan & Kafiar (2015) mendapati cocopeat memiliki kadar air lebih tinggi daripada arang sekam dan tanah untuk pertumbuhan bibit cempaka wasian (*Elmerrilia ovalis*).

## 8. Pasir

Media tumbuh dengan penambahan pasir sekarang ini banyak digunakan sebagai pengganti tanah. Pasir memiliki pori-pori makro sehingga dalam penggunaannya memerlukan penambahan bahan organik,

tujuannya ialah agar media dapat menahan air dan memperbaiki sifat pasir tersebut. Kombinasi bahan organik dan anorganik seperti pasir sering digunakan untuk pertumbuhan sayuran di dalam rumah kaca (Putra *et al.*, 2013). Perbedaan komposisi media dapat memengaruhi bibit secara kualitasnya, secara umum media pembibitan tanaman buah-buahan terdiri dari tanah, bahan organik, dan pasir. Pemberian pasir bertujuan untuk membuat media lebih berpori sedangkan bahan organiknya untuk memperkaya nutrisi yang cukup untuk bibit. Secara umum, pasir dalam media tanam tidak terlalu berpengaruh untuk jumlah dan panjang daun, serta tinggi bibit, jika dibandingkan bahan organik seperti pupuk kandang. Namun, penambahan pasir tidak memiliki efek negatif pada pertumbuhan bibit ketika media sudah berisi pupuk kandang (Indriyani *et al.*, 2011).

Penelitian Putra *et al.* (2013) mendapati bahwa tanaman terong dan tomat dapat meningkat pertumbuhan dan jumlah hasilnya pada media pasir. Hasil ini dikarenakan pasir bersifat sangat porous yang sangat mudah meloloskan nutrisi, aerasi, dan drainase, sehingga pertumbuhan akar dapat lebih mudah. Susiloadi *et al.* (1998) mendapati bahwa bibit Lanzon mengalami pertumbuhan terbaik pada media tumbuh pasir sampai berumur 5 bulan. Ratna *et al.* (2006) mengerjakan pisang cv. Raja Serai yang membuktikan bahwa media tanah dan pasir adalah media yang paling cocok untuk pertumbuhan pucuk dan daun pisang.

## 9. Serbuk Gergaji

Hasil sampingan kayu yang banyak digunakan sebagai komponen media tumbuh di daerah pengolahan kayu industri ialah serbuk gergaji. Serbuk gergaji banyak digunakan karena memiliki kapasitas kelembaban tinggi, kaya akan nutrisi tanaman dan tersedia dengan harga murah.

Penggunaan bahan limbah ini memberikan manfaat bagi lingkungan, meminimalkan dampak akumulasi residu, dan layak secara ekonomi (Radha *et al.*, 2018). Serbuk gergaji merupakan limbah organik yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket atau arang ramah lingkungan (Wardani *et al.*, 2017). Dalimoenthe (2013) menyatakan lignin dan ligno selulosa yang terkandung dalam serbuk gergaji memiliki porositas tinggi dan dapat diatur kepadatannya dengan mengatur rasio pemberian air. Media tumbuh dengan bahan organik dapat meningkatkan kekuatan pertumbuhan bibit, serta aerasi yang lebih banyak berdasarkan tekstur maupun strukturnya. Menurut Widyastuti (2008) dalam Wardani *et al.* (2017) serbuk gergaji kayu banyak digunakan untuk media tumbuh jamur.

Radha *et al.* (2018) pernah menggunakan serbuk gergaji sebagai media tanam, namun mendapati hasil tidak terlalu baik. Serbuk gergaji dapat menghambat perkecambahan dan kelangsungan hidup benih, hal ini dikarenakan jumlah dan jenis tanin dan fenol yang terkandung pada serbuk gergaji. Serbuk gergaji sebelumnya telah dibuat kompos sebelum dijadikan media, namun sepertinya waktu yang digunakan terlalu singkat sehingga belum cukup untuk mendegradasi tanin dan fenol dari serbuk gergaji. Berdasarkan percobaannya menunjukkan tanaman cabai, kol dan kembang kol tidak berkecambah dengan baik serta pertumbuhan bibit yang buruk (Radha *et al.*, 2018). Tetapi hal ini berbanding terbalik dengan penggunaan serbuk gergaji untuk media pertumbuhan jamur. Pada penelitian Susilo *et al.* (2017) serbuk gergaji dijadikan sebagai bahan utama baglog jamur tiram, hal ini dikarenakan jamur tiram termasuk jamur kayu. Percobaannya mendapati bahwa serbuk gergaji pada pembudidayaan jamur tiram dapat

memberikan pertumbuhan yang baik bagi jamur, sehingga memberikan keuntungan dan memungkinkan untuk meningkatkan ekonomin masyarakat.

## 10. Batang Pisang

Banyak limbah pertanian potensial yang saat ini masih kurang pemanfaatannya, salah satunya ialah batang pisang. Biasanya orang kebanyakan hanya mengambil buah atau daunnya saja sedangkan batang pisangnya hanya dibiarkan hingga membusuk. Penggunaan batang pisang dapat dilakukan dengan menggunakannya sebagai pengganti polybag (Karnilawati *et al.*, 2018). Batang pisang mengandung unsur yang diperlukan tanaman seperti kalium (K), nitrogen (N), dan fosfor (P) (Pribadi *et al.*, 2015). Batang pisang juga memiliki unsur hara mikro dan makro, serta kandungan air yang tinggi sehingga cocok dijadikan kompos. Bobot jenis batang pisang hanya sekitar 0,29 g/cm<sup>3</sup> saja, yang mana semakin kecil bobot jenis maka semakin ringan beratnya (Pratiwi *et al.*, 2017). Media tumbuh dengan menggunakan batang pisang pernah dilakukan Pribadi *et al.* (2015) yang mendapati bahwa pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) meningkat dengan adanya 375 gr/polybag kompos batang pisang, pengaruh yang didapati terlihat pada nilai rasio tajuk akar, berat kering tinggi tanaman, dan diameter batang. Sedangkan, Wulandari *et al.* (2011) pada penelitiannya mendapati pertumbuhan semai jabon meningkat karena penambahan kompos batang pisang dan pupuk kandang.

## Penelitian Ke Depan

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, termasuk diantaranya yaitu media tanam. Media tanam dengan komposisi dan kandungan yang tepat dan sesuai terhadap pertumbuhan suatu

tanaman sangat perlu diperhatikan agar mendapatkan hasil produksi maksimal. Saat ini sangat banyak alternatif bahan di alam yang dimanfaatkan untuk media tanam, diantaranya cocopeat, pupuk, serbuk gergaji, pasir, batang pisang, sekam padi, dan sebagainya. Pencarian jenis dan komposisi media tanam yang tepat untuk suatu tanaman terus berlanjut hingga saat ini. Tanaman satu dan yang lain jelas beda kebutuhan nutrisi dan unsur haranya, sehingga berbeda pula jenis media tanam serta komposisinya. Penelitian terkait penemuan jenis media tanam baru yang cocok untuk suatu jenis tumbuhan perlu dilakukan. Penelitian yang dapat dilakukan ialah mencoba suatu jenis tumbuhan dengan jenis media tanam lain, yang dapat disesuaikan kombinasi serta komposisinya untuk setiap tanaman agar dapat diketahui jenis media mana yang tepat untuk

pertumbuhan tanaman sesuai dengan kombinasi dan komposisinya.

## SIMPULAN

Jenis media tanam saat ini sudah sangat banyak digunakan dengan jenis, kombinasi dan komposisinya yang berbeda-beda. Umumnya media tanam yang digunakan ialah tanah, pupuk organik seperti kompos, kotoran sapi, kotoran kambing, sekam padi, cocopeat, pasir, serbuk gergaji, dan batang pisang. Berbeda jenis tanaman maka akan berbeda pula kebutuhan nutrisi dan unsur haranya. Selain itu, media tanam yang berbeda kombinasi atau komposisinya juga akan berbeda efeknya untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berkembang dari latar belakang tersebut, maka penelitian lebih lanjut mengenai banyaknya jenis media tanam penting untuk dilakukan, sehingga kedepannya kita bisa mendapatkan formulasi terbaik mengenai media tanam untuk jenis tumbuhan yang akan ditanam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alzrog, A.M., A.S. Mohamed, R.B. Zakaria, and A.K.B. Alias. 2013. Effect Of Planting Media (Rice Husk And Coco Peat) On The Uptake Of Cadmium And Some Micronutrients In Chilli (*Capsicum Annum L.*). Pure Application Biology. 2(3):76-82.
- Anjarwati, H., S. Waluyo, dan S. Purwanti. 2017. Pengaruh Macam Media dan Takaran Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica rapa L.*). Vegetalika. 6(1):35-45.
- Annabi, M., S. Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y.L. Bissonnais. 2006. Soil Aggregate Stability Improvement with Urban Composts of Different Maturities. SSSAJ. 71(2):413-423.
- Augustien, N.K., and H. Suhardjono. 2016. Peranan Berbagai Komposisi Media Tanam Organik Terhadap Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Di Polybag. Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 1(1):54-58.
- Buana, Z., O. Candra, and Elfizon. 2019. Sistem Pemantauan Tanaman Sayur Pada Media Tanam Hidroponik Menggunakan Arduino. JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional). 5(1):74-80.



- Bui, F., M.A. Lelang, dan R.I.C.O. Taolin. 2015. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Ukuran Polybag Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Savana Cendana. 1(1):1-7.
- Christophe, H.L., N. Albert, Y. Martin, and M. Mbaiguinam. 2019. Effect Of Organic Fertilizers Rate On Plant Survival And Mineral Properties Of *Moringa Oleifera* Under Greenhouse Conditions. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 8(1):S123–S130.
- Dalimoenthe, S. L. 2013. Pengaruh Media Tanam Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Perakaran Pada Fase Awal Benih Teh Di Pembibitan. Jurnal Penelitian Teh dan Kina. 16(1):1-11.
- Damanik, J. A. 2014. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Padi di Kecamatan Masaran, Kabupaten Sragen. Economics Development Analysis Journal. 3(1):212-224.
- Eka, R. A., Sutirman, dan A. Pullaila. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L). Buletin Ikatan. 3(2):36-40.
- Elpawati, S. D. Dara, dan Dasumiat. 2015. Optimalisasi Penggunaan Pupuk Kompos Dengan Penambahan Effective Microorganism 10 (EM10) Pada Produktivitas Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Al-Kaunyah. 8(2):77-87.
- Gustia, H. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam Bakar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* l.). E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan. 1(1):12-17.
- Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah cetakan 6*. Jakarta: Rajawali Press.
- Handajaningsih, M., Hasanudin, H.E. Saputra, Marwanto, and A.P. Yuningtyas. 2019. Modification of Growing Medium for Container Melon (*Cucumis melo* L.) Production Using Goat Manure and Dolomite. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology. 9(2):441-447.
- Hariyanto, S., A. R. Jamil, and H. Purnobasuki. 2019. Effects of Plant Media And Fertilization on The Growth of Orchid Plant (*Dendrobium sylvanum* rchb. F.) in Acclimatization Phase. Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science). 7(1):66-72.
- Hayati, E., Sabaruddin, dan Rahmawati. 2012. Pengaruh Jumlah Mata Tunas Dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Jurnal Agrista. 16(3):1-12.
- Indriyani, N. L. P., S. Hadiati, and A. Soemargono. 2011. The Effect Of Planting Medium On The Growth Of Pineapple Seedling. Journal of Agricultural and Biological Science. 6(2):43-48.
- Irawan, A., dan Y. Kafiar. 2015. Pemanfaatan Cocopeat dan Arang Sekam Padi Sebagai Media Tanam Bibit Cempaka Wasian (*Elmerrilia ovalis*). Jurnal Pros Semnas Masy Biodiv Indon. 1(4):805- 808.
- Juniyati, T., A. Adam, dan Patang. 2016. Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik Arang Sekam Dan Pupuk Padat Kotoran Sapi Dengan Tanah Timbunan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea Reptans Poir*). Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 2(1):9-15.

- Karnilawati, Mawardiana, dan N. Asmayani. 2018. Pemanfaatan Batang Pisang Semu Sebagai Pot Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018. Universitas Jabal Ghafur, Aceh.
- Lingga, P. 1998. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Meizal. 2008. Pengaruh Kompos Ampas Tebu Dengan Pemberian Berbagai Kedalaman Terhadap Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Tembakau Deli. *Jurnal Ilmiah Abdi Ilmu*. 1(1): 1979-5408.
- Milla, O. V., E. B. Rivera, W. J. Huang, C. C. Chien, and Y. M. Wang. 2013. Agronomic Properties And Characterization Of Rice Husk And Wood Biochars And Their Effect On The Growth Of Water Spinach In A Field Test. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13(2):251-266.
- Mustofa, A. I., D. Purnomo, dan A. Tetrani. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga pada Sistem Hidroponik Substrat dengan Media Bagase. *Agrotech Res J*. 2(1):6-10.
- Pasaribu, A. I., dan K. P. Wicaksono. 2019. Pengaruh Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tahap Pre Nursery. *Jurnal Produksi Tanaman*. 7(1):25-34.
- Pratiwi, N. E., B. H. Simanjuntak, dan D. Banjarnahor. 2017. Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi (*Fragaria Vesca* L.) Sebagai Tanaman Hias Taman Vertikal. *Agric*. 29(1):11-20.
- Prawoto, N. 2010. Pengembangan Potensi Unggulan Sektor Pertanian. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*. 11(1):1-19.
- Pribadi, C., M. Mardhiansyah, dan E. Sribudiani. 2015. Aplikasi Kompos Batang Pisang terhadap Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) pada Medium Gambut. *Jom Faperta*. 2(1):40-47.
- Prihandana, dan Hendroko. 2006. *Petunjuk Budidaya Jarak Pagar*. Jakarta, Agromedia Pustaka.
- Putra, H. K., D. Harjoko, dan H. Widiyanto. 2013. Penggunaan Pasir dan Serat Kayu Aren sebagai Media Tanam Terong dan Tomat dengan Sistem Hidroponik. *Agrosains*. 15(2):36-40.
- Putra, R. R., I. S. Mercuriani, dan E. Semiarti. 2016. Pengaruh Cahaya Dan Temperatur Terhadap Pertumbuhan Tunas Dan Profil Protein Tanaman Anggrek *Phalaenopsis amabilis* Transgenik Pembawa Gen Ubipro::PaFT. *Bioeksperimen*. 2(2):79-90.
- Radha, T. K., A. N. Ganeshamurthy, D. Mitra, K. Sharma, T. R. Rupa, and G. Selvakumar. 2018. Feasibility Of Substituting Cocopeat With Rice Husk And Saw Dust Compost As a Nursery Medium For Growing Vegetable Seedlings. *The Bioscan*. 13(2):659-663.
- Ratna, T. E., H. Awaludin, dan A. Sutanto. 2006. Pengaruh Media terhadap Pertumbuhan Bibit Pisang Susu Asal Bonggol di Sambelia, Lombok Timur NTB. *Journal Hortikultura*. 1(3):15-22.
- Suradinata, Y. R., A. Nuraini, dan A. Setiadi, A. 2012. Effect Of Plant Media And Concentrations Of Foliar Fertilization On Growth Of Orchids *Dendrobium* sp. On acclimatization. *Journal Agrivigor*. 11(2):104-116.
- Susilo, H., R. Rikardo, dan Suyamto. 2017. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Sebagai Media Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* L.). *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*. 2(1):51-56.
- Susiloadi, A., Sadwiyanti, dan Indriyani. 1998. Pengaruh Lama Penyimpanan Entris terhadap Keberhasilan Penyambungan Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Stigma*. 6(1):107-109.

- Wardani, R. A. K., Jumati, dan D. P. Sari. 2017. Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu sebagai Media Tanam Jamur dan Kain Perca untuk Bahan Baku dalam *Packaging Fung-Cube*. Proceeding Biology Education Conference. Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Oktober 2017.
- Wulandari, A., I. Mansur, dan H. Sugiarti. 2011. Pengaruh Pemberian Kompos Batang Pisang terhadap Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(1):78-81.
- Zulkarnain, M., B. Prasetya, dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *Indonesian Green Technology Journal*. 2(1):45-52.

## Validasi Berat Ikan Pada Produk Olahhan Ikan Dalam Kemasan Kaleng Di Surakarta

Setyaningrum Rahmawaty\*, Dita Ayu Setyaningtyas

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Sukoharjo 57162

E-mail korespondensi: sr130@ums.ac.id

Paper submit: 11 November 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Ikan merupakan sumber utama asam lemak omega-3 rantai panjang yang meliputi eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentaenoic acids (DPA) and docosahexaenoic acid (DHA) yang bermanfaat untuk mempertahankan kesehatan yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah memvalidasi berat ikan dalam ikan kaleng yang akan digunakan untuk pengembangan database berat ikan untuk asesmen gizi. Sebuah survey pasar dilakukan di 10 supermarket di Kota Surakarta yang dipilih secara random, dilanjutkan dengan pengukuran berat ikan berdasar CODEX standard untuk ikan kaleng. Penelitian dilakukan pada bulan Juli hingga November 2019. Hasil penelitian menunjukkan ada 32 ikan kaleng yang berasal dari 11 merk dengan sebagian besar tipe ikan adalah sarden (n=24), makarel (n=5) dan tuna (n=3) yang disajikan dengan beberapa variasi rasa seperti dalam saos tomat, saos cabe, larutan garam dan minyak sayuran. Persentase berat ikan dalam label berkisar antara 50%-70%. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan persentase ikan yang dicantumkan dalam label ikan kaleng dan berdasarkan penimbangan di laboratorium (Independent Sample T-test dan Mann-Whitney U test,  $p>0.05$ ). Mengingat terdapat variasi persentase berat ikan pada label ikan kaleng, maka saat menghitung asupan ikan seseorang yang berasal dari ikan kaleng perlu mempertimbangkan persentase ikan sesuai label.

**Kata Kunci:** Ikan Kalengan, Persentase Ikan, Validasi

**Abstract** – Fish is the main dietary source of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids (n-3 LCPUFA) including eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentaenoic acids (DPA) and docosahexaenoic acid (DHA) which have benefits to maintain an optimal health. The purpose of this study was to validate fish content in canned fish products in order to develop fish database for dietary assessment. A market survey was performed in 10 supermarkets which were randomly selected in Surakarta followed by laboratory analysis to measure fish content based on CODEX standard for canned fish. The study was conducted in July until November 2019. Results showed that there were 32 serving size from 11 branches of canned fish with the majority fish type was sardine (n=24) followed by mackerel (n=5) and tuna (n=3). They served in various taste such as in tomato sauce, chili sauce, brine and vegetable oil. The percentage of fish content in the labels was in a range from 50% to 70%. There was no significance difference between the percentage of fish mentioned in the canned fish labels and based on measurement in laboratory ( $p>0.05$ ). Given the variation of fish content in the canned fish products, it is recommended to consider the percentage of fish in estimating individual fish intake.

**Keywords:** Canned Fish, Percentage of Fish, Validation

### PENDAHULUAN

Ikan, terutama ikan laut tidak hanya kaya akan protein hewani, phosphor, kalsium, zink dan magnesium, juga merupakan sumber utama asam lemak tak jenuh omega-3 rantai panjang (*omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids*/n-3 LCPUFA) yang meliputi *eicosapenta-enoic acid* (EPA), *docosapentaenoic acid* (DPA) dan

*docosahexaenoic acid* (DHA). Kecukupan asupan n-3 LCPUFA sangat penting khususnya pada masa pertumbuhan dan terbukti menunjukkan banyak manfaat untuk mencapai kesehatan yang optimal (Rahmawaty dan Meyer, 2020). Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi ikan walaupun dalam jumlah kecil, memberikan kontribusi terbesar pada asupan n-3

LCPUFA dibanding jenis bahan makanan lain (Sion *et al.*, 2007).

Di Indonesia, ikan merupakan bagian penting dari konsumsi sumber protein hewani masyarakat. Konsumsi ikan dilaporkan menyumbangkan 53.7% sumber protein hewani masyarakat Indonesia dibandingkan daging, telur dan susu (Dirjen PDSPKP, 2017). Di pasaran, ikan tidak hanya ditemukan dalam keadaan segar tetapi juga dijumpai dalam bentuk kemasan kaleng maupun plastik dengan berbagai variasi rasa. Hal ini akan memberikan kemudahan bagi para konsumen dalam pengolahannya (Tehubijuluw *et al.*, 2013).

Beberapa makanan olahan ikan dalam kemasan kaleng, ada yang ditambahkan beberapa bumbu atau bahan pangan lain seperti tomat, cabe, bawang dan air dalam proses pengolahannya. Penambahan bahan lain ini dapat menambah berat total produk olahan ikan kaleng tersebut, sehingga mengurangi persentase berat ikan dibanding total berat produk olahan ikan kaleng tersebut. Jika hal ini tidak dipertimbangkan dalam mengestimasi konsumsi ikan seseorang, maka dapat mempengaruhi akurasi data asupan n-3 LCPUFA. Sebuah penelitian di Australia melaporkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara persentase berat ikan dalam label makanan olahan ikan dalam kaleng dengan berat ikan yang sesungguhnya (Neale *et al.*, 2011). Sayangnya, belum ada studi sejenis yang dilakukan di Indonesia khususnya di Surakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan validasi berat ikan yang terdapat pada produk olahan ikan dalam kemasan kaleng yang beredar di Surakarta. Hasil penelitian akan digunakan untuk pengembangan database ikan dan memberikan masukan dalam mengestimasi asupan n-3 LCPUFA dari sumber produk olahan ikan dalam kaleng.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah *cross sectional* berupa *market survey* dilanjutkan dengan analisis berat ikan di Laboratorium Teknologi Pangan Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Market survey dilakukan di 10 supermarket di Kota Surakarta yang terpilih secara random berdasar list supermarket modern tahun 2012-2019 dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (PMPTSP) Kota Surakarta. Ke-10 supermarket tersebut adalah Superindo Timuran, Carefour Mangkubumen, Luwes Semanggi, Hypermart Pajang, Hypermart Penumping, Superindo Jajar, Luwes Timuran, Lotte Grosir Tipes, Asia Baru Sudiroprajan, dan Alfa Midi Nusukan. Penelitian dilakukan pada Bulan Juli s.d. November 2019.

Data yang dikumpulkan pada penelitian meliputi: 1) semua merk dan jenis produk olahan ikan dalam kemasan kaleng, 2) keterangan dalam label kemasan setiap produk meliputi: berat total, berat bersih, persentase ikan yang terkandung dan cara penyajian, serta 3) berat ikan berdasar penimbangan di laboratorium menggunakan metode yang dideskripsikan dalam CODEX *Standard for Canned Tuna and Bonito (adopted 1981, revision 1995, amendments 2011, 2013 (CODEX, 2013) (Diagram 1, 2 dan 3).*

Analisis dan intepretasi data pada penelitian ini yaitu analisis statistik menggunakan IBM SPSS *Statistics version 20* (tahun 2011). *independent-sampel T Test* dan *Mann-Whitney U test* digunakan untuk menganalisis perbedaan antara persentase ikan yang tercantum dalam kemasan dan berdasarkan hasil analisis di laboratorium. Derajat signifikansi menggunakan  $p < 0.05$ . Penelitian ini mendapat ijin dari Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan



Daerah Kota Surakarta Nomor:  
070/0912/VII/2019.

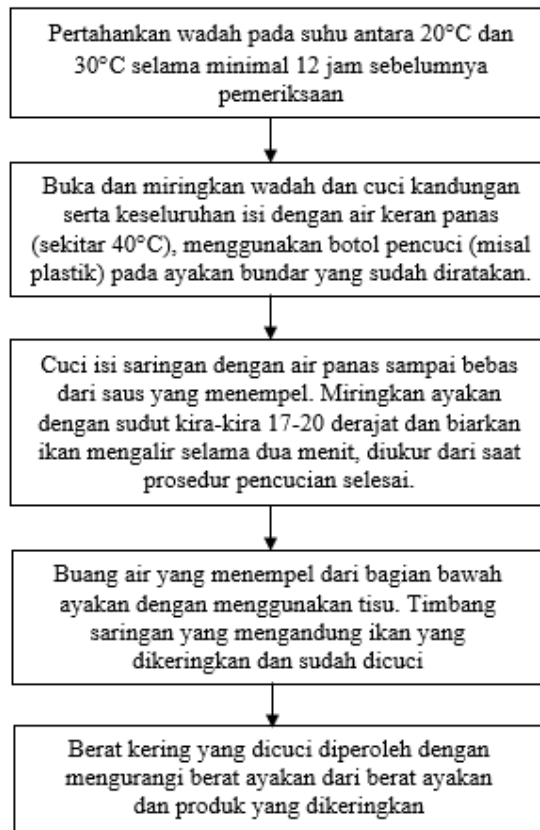


Diagram 1. Penentuan berat ikan dalam ikan kaleng dengan saos (CODEX, 2013)

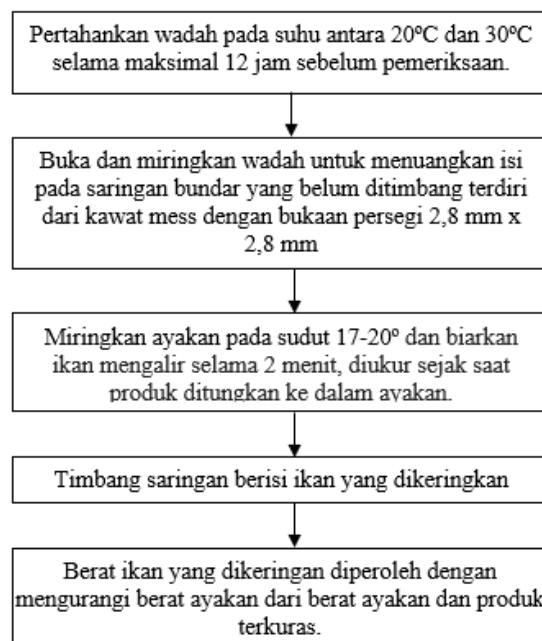


Diagram 2. Penentuan berat bersih ikan (*drained weight*) (CODEX, 2013)

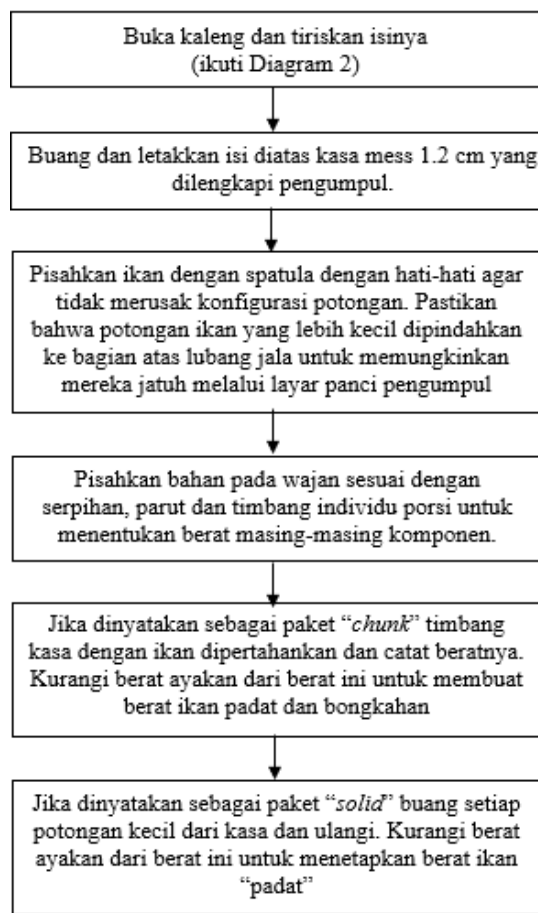


Diagram 3. Penentuan persentase berat ikan (CODEX, 2013)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil *market survey* diperoleh 11 merk produk ikan kaleng dengan jenis ikan sarden (n=24), tuna (n=5) dan makarel (n=3) dalam beberapa variasi rasa dan pengolahan seperti dalam saus tomat, saus pedas, larutan garam, dan minyak.

Ukuran ikan kaleng yang tersedia juga bervariasi dari yang paling kecil dengan berat total (*netto*) 90 g hingga 1800 g. Demikian halnya dengan persentase komposisi ikan yang terkandung juga bervariasi, berkisar antara 50% hingga 70% (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis Produk Olahan Ikan Kaleng yang beredar di Kota Surakarta

No	Kode merk	Jenis ikan	Penyajian	Keterangan yang tercantum pada label kemasan		
				Berat total/ <i>Netto</i> (g)	Berat bersih/ <i>Drained weight</i> (g)	Komposisi ikan (%)
1	A	Sarden	Dalam saus tomat	155	80	51
			Dalam saus tomat	425	220	51
2	B	Sarden	Dalam saus tomat	155	90	50
			Dalam saus tomat	425	250	50
3	C	Sarden	Dalam saus tomat	155	100	64.5

4	D	Sarden	Dalam saus tomat	425	280	64.5
			Dalam saus ekstra pedas	155	80	50
5	E	Sarden	Dalam saus tomat	400	200	52
			Dalam sambal cabe ijo	425	273	50
6	F	Sarden	Dalam saus tomat	125	80	50
			Dalam saus tomat	155	90	50
7	G	Makarel	Dalam saus tomat	425	220	50
			Dalam saus tomat	155	80	51.61
8	H	Sarden	Dalam saus tomat	425	220	51.61
			Dalam saus tomat dan <i>chili</i>	155	85	n/a
9	I	Tuna	Dalam saus tomat dan <i>chili</i>	425	275	n/a
			Dalam larutan garam	155	80	50
10	J	Sarden	Dalam saus tomat	425	220	50
			Dalam saus tomat	155	80	51.61
11	K	Sarden	Dalam saus tomat	155	80	51.61
			Dalam saus tomat	425	220	51.61
			Dalam air garam	1880	1260	70
			Dalam saus <i>chili</i>	155	90	58
			Dalam saus <i>chili</i>	425	250	58
			Dalam saus tomat	425	250	58
			Dalam air garam	1880	1260	61.17
			Dalam saus tomat	125	90	n/a
			Dalam minyak dan lombok	155	90	n/a
			Dalam saus tomat	425	255	n/a
			<i>In brine</i>	90	70	n/a
			<i>In brine</i>	185	120	n/a
			<i>In vegetable oil</i>	185	120	n/a
			Dalam saus tomat	155	80	56
			Dalam saus tomat	425	220	56
			Dalam saus tomat	155	60	n/a

n/a, not available

Hasil analisis statistik uji beda persentase ikan antara yang tertuang dalam label kemasan dan hasil perhitungan di laboratorium menunjukkan tidak ada

perbedaan yang signifikan, baik untuk produk olahan Ikan Sarden, Tuna dan Makarel (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata±Standar Deviasi (SD) dan *p-value* Persentase Berat Ikan berdasar Label dalam Kemasan dan Hasil Penelitian

Jenis Ikan	Berat Ikan (%)		<i>p-value</i>
	Sesuai label dalam kemasan	Berdasarkan hasil penelitian	
Sarden (n=18)	53.38±4.96	50.53±8.38	0.225 <sup>a</sup>
Tuna dan Makarel (n=5)	58.47±7.65	57.31±7.17	0.917 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Independent Sample T-test, <sup>b</sup>Mann-Whitney U test

Penelitian ini merupakan yang pertama kali melaporkan hasil validasi persentase berat ikan dalam kemasan kaleng yang beredar di Kota Surakarta berdasarkan *market survey*. Ketepatan penentuan berat

ikan yang dikonsumsi memiliki beberapa kepentingan, diantaranya adalah untuk memprediksi keakuratan data asupan n-3 LCPUFA yang sumber utamanya adalah dari ikan, khususnya ikan laut atau *oily fish*

(Rahmawaty *et al.*, 2013). Hasil penelitian pada manusia menunjukkan bahwa konsumsi ikan berhubungan signifikan dengan konsentrasi n-3 LCPUFA pada serum (Amiano *et al.*, 2001; Yep *et al.*, 2002; Oddy *et al.*, 2004; Gillingham *et al.*, 2005), plasma (Baró *et al.*, 2003; Garg *et al.*, 2007), dan eritrosit (Murphy *et al.*, 2007). Sehingga konsumsi ikan dapat digunakan sebagai indikator untuk memprediksi status n-3 LCPUFA dalam tubuh. Disamping itu, walaupun DHA bisa diperoleh dari konversi asam lemak omega-3 *alpha linoleic acid* (ALA), namun konversinya sangat kecil sekali (Emken *et al.*, 1994; Pawlosky *et al.*, 2001; Burdge *et al.*, 2003; Vlaardingerbroek *et al.*, 2006). Untuk itu, salah satu alternatif untuk memenuhi asupan n-3 LCPUFA dari diet adalah melalui konsumsi sumber utama n-3 LCPUFA yaitu dari ikan, khususnya ikan laut.

Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk ikan tuna dalam kaleng menyebutkan bahwa “setiap kemasan ikan tuna dalam kaleng yang akan diperdagangkan diberi tanda dengan benar dan mudah dibaca, menggunakan bahasa yang dipersyaratkan disertai keterangan sekurang-kurangnya sebagai berikut: jenis produk; berat bersih produk; nama dan alamat unit pengolahan secara lengkap; bila ada bahan

tambahan lain diberi keterangan bahan tersebut; tanggal, bulan dan tahun produksi; tanggal, bulan dan tanggal kadaluarsa” (Badan Standardisasi Nasional, 2006). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar produk telah mencantumkan persentase komposisi ikan dalam kemasannya.

## SIMPULAN

Tidak ada perbedaan antara persentase ikan yang tercantum dalam label dan berdasarkan pengukuran di laboratorium. Mengingat variasi persentase ikan yang terdapat dalam label ikan kaleng, maka untuk keperluan analisis zat gizi khususnya kandungan n-3 LCPUFA, sebaiknya mempertimbangkan persentase berat ikan yang tercantum dalam label.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan bagian dari penelitian yang berjudul “FIKI (*Fish for Kids*) Study: Optimization of the Dietary Source of Long Chain Omega-3 Fatty Acids for Primary School Children” dan mendapat dukungan pendanaan dari Universitas Muhammadiyah Surakarta melalui skema *Doctorate Research Grant* (No Kontrak: 132.25/A.3-III/LPPM/IV/2018).

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiano, P., Dorransoro, M., M. de Renobales *et al.* 2001. Very-long-chain  $\omega$ -3 fatty acids as markers for habitual fish intake in a population consuming mainly lean fish: the EPIC cohort of Gipuzkoa. *Eur J Clin Nutr.* 55:827-832.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI ikan tuna dalam kaleng 01-2712.1-2006. Disitasi 7 Januari 2020. [academia.edu/13159738/SNI\\_Tuma\\_Kaleng](http://academia.edu/13159738/SNI_Tuma_Kaleng).
- Baró, L., Fonallá, J., Peña, J.L. *et al.* 2003. n-3 fatty acids plus oleic acid supplemented milk reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clin Nutr.* 22:175-182.
- Burdge, G.C., Finnegan, Y.E., Minihane, A.M. *et al.* 2003. Effect of altered dietary n-3 fatty acid intake upon plasma lipid fatty acid composition, conversion of [ $^{13}$ C] $\alpha$ -linolenic acid to

- longer-chain fatty acids and partitioning towards  $\beta$ -oxidation in older men. *Br J Nutr.* 90:311-321.
- CODEX Standard for Canned Tuna and Bonito (adopted 1981, revision 1995, amendments 2011), 2013. Disitasi 6 Mei 2019. [www.fao.org/input/download/standards/105/CXS\\_070e.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/105/CXS_070e.pdf)
- Dirjen PDSPKP. 2017. Gerakan memasyarakatkan makan ikan. Disitasi 6 September 2018. <http://gizi.depkes.go.id/peringatan-hari-gizi-nasional-ke-57-tahun-2017/gemarikan-kemenkes-250117>
- Emken, E.A., Adlof, R.O., Gulley, R.M. 1994. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males. *Biochim Biophys Acta.* 1213:277-288.
- Garg, M.L., Blake, R.J., Clayton, E. *et al.* 2007. Consumption of an n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched dip modulates plasma lipid profile in subjects with diabetes type II. *Eur J Clin Nutr.* 61:1312-1317.
- Gillingham, L.G., Caston, L., Leeson, S. *et al.* 2005. The effects of consuming docosahexaenoic acid (DHA)-enriched eggs on serum lipids and fatty acid composition in statin-treated hypercholesterolemic male patients. *Food Res International.* 38:1117-1123.
- Murphy, K., Meyer, B.J., Mori, T.A. *et al.* 2007. Impact of foods enriched with omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids on erythrocyte omega-3 levels and cardiovascular risk factors. *Br J Nutr.* 97:749-757.
- Neale, E., Probst, Y., Batterham, M. *et al.* 2011. Development and validation of an Australian database for estimating the seafood content of canned products. *Food Nutr Sci.* 2(7):759-763.
- Oddy, W.H., Sherriff, J.L., Kendall, G.E. *et al.* 2004. Patterns of fish consumption and level of serum phospholipid very-long-chain omega-3 fatty acids in children with and without asthma, living in Perth, Western Australia. *Nutr Diet.* 61:30-37.
- Pawlosky, R.J., Hibbeln, Novotny, J.A. *et al.* 2001. Physiological compartmental analysis of  $\alpha$ -linolenic acid metabolism in adult humans. *J Lipid Res.* 42:1257-1265.
- Rahmawaty, S., Charlton, K., Lyons-Wall, P. *et al.* 2013. Dietary intake and food sources of omega-3 long chain EPA, DPA and DHA of Australian children. *Lipids.* 48:869-877.
- Rahmawaty, S. dan Meyer, B.J. 2020. Review: Stunting is a recognised problem: evidence for the potential benefits of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids. *Nutrition.* 73:1-13.
- Sioen, I., Huybrechts, I., Verbeke, W. *et al.* 2007. n-6 and n-3 PUFA intakes of pre-school children in Flanders, Belgium. *Br J Nutr.* 98:819-825.
- Tehubijuluw, Hellna, Fransina *et al.* 2013. Penentuan Kandungan Logam Cd dan Cu Dalam Produk Ikan Kemasan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *OJS.* 1(1):9-3.
- Vlaardingerbroek, H., Hornstra, G., de Koning, T.J. *et al.* 2006. Essential polyunsaturated fatty acids in plasma and erythrocytes of children with inborn errors of amino acid metabolism. *Mol Genet Metab.* 88:159-165.
- Yep, Y.L., Li, D., Mann, N.J. *et al.* 2002. Bread enriched with microencapsulated tuna oil increases plasma docosahexaenoic acid and total omega-3 fatty acids in humans. *Asia Pac J Clin Nutr.* 11:285-291.



## Pengaruh Suhu Dan Ph Ekstraksi Pektin Dari Limbah Kulit Buah

Prabandhani Pamikatsih\*, Gerald Dewa Agcaya, Akida Mulyaningtyas

Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Sukoharjo, 57162

E-mail korespondensi: d500160138@student.ums.ac.id

Paper submit: 6 Juni 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Pektin banyak dimanfaatkan pada berbagai industri, hampir 100% kebutuhan pektin di Indonesia dipenuhi secara impor karena belum ada produsen pektin dalam negeri. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau kondisi optimum (suhu dan pH) pada proses isolasi pektin dari campuran limbah kulit buah. Beberapa kulit buah dengan jumlah yang cukup melimpah yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin di antaranya adalah kulit buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*), pepaya (*Carica papaya*), melon (*Cucumis melo*), nanas (*Ananas comosus*), serta jeruk (*Citrus sinensis*). Dalam penelitian ini isolasi pektin dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam oksalat 1 N pada pH 1, 2, 3, 4 serta 5. Proses ekstraksi dijalankan pada suhu 70°C, selama 90 menit, dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Selain itu, proses ekstraksi juga dilakukan pada variasi suhu 60 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C dan 90 °C untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap karakteristik pektin yang dihasilkan. Karakterisasi pektin dilakukan dengan uji berat setara, kadar metoksil serta kadar abu. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kondisi operasi yang terbaik untuk ekstraksi pektin dari campuran limbah kulit buah adalah pH 2 dan suhu 70 °C, di mana pada kondisi tersebut diperoleh yield pektin sebesar 9,58-10,37 %, kadar metoksil 4,03-10,54 %, berat setara 608,33-702,54 mg, serta kadar abu 6,13-6,38 %.

**Kata kunci:** Ekstraksi, Kulit Buah, Pektin, Ph Ekstraksi, Suhu Ekstraksi

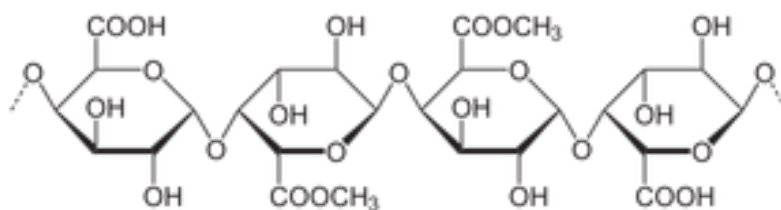
*Abstract* – There are many usages of pectin in many industries. Almost 100% of pectin needs are imported because there are no pectin producer in Indonesia. The aim of this research is to determine the optimum condition (temperature and pH) in the process of isolating pectin from fruit peels. There are red dragonfruit peel (*Hylocereus polyrhizus*), papaya peel (*Carica papaya*), melon peel (*Cucumis melo*), pineapple peel (*Ananas comosus*) and orange peel (*Citrus sinensis*). The method of pectin isolation process in this research is extraction with oxalic acid 1N in pH 1,2,3,4 and 5 in 70 °C for 90 minutes with a stirring speed of 500rpm. Beside that, extraction is also run in 60 °C, 70 °C, 75 °C, 80 and 90 °C to know the temperature effect in pectin characteristics. Pectin characterization were carried out by testing the equivalent weight, methoxyl content and ash content. According to the research, the optimum condition for pectin extraction is pH 2 in 70°C. In this condition obtained a pectin yield 9,58-10,37 %, methoxyl content 4,03-10,54%, equivalent weight 608,33-702,54mg and ash content 6,13-6,38 %.

*Keywords:* Extraction. Extraction Ph. Extraction Temperature. Pectin. Peels.

### PENDAHULUAN

Pektin merupakan polimer yang tersusun oleh monomer asam D-galakturonat dengan ikatan 1,4- $\alpha$ -glikosidik. Pektin juga tergolong ke dalam polisakarida yang larut dalam air (Aziz *et al*, 2018). Kegunaan utama pektin adalah sebagai *gelling agent* pada makanan dan minuman. Selain itu juga dapat

digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan tambahan produk kesehatan (Zaidel *et al*, 2017). Contoh penggunaan pektin dalam bidang kesehatan adalah sebagai obat penurun kolesterol dan obat diare (Dewayani, 2017). Struktur molekul pektin ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Struktur molekul pektin

Pektin dengan kualitas baik adalah pektin yang memiliki karakteristik berdasarkan standar yang ditetapkan oleh

*International Pectin Producer Association* (IPPA) 2003 sebagai berikut:

Tabel 1. Standar mutu pektin IPPA 2003

No.	Karakteristik pektin	Nilai
1	Kadar metoksil	7% ( <i>low methoxyl content</i> ) 7% ( <i>high methoxyl content</i> )
2	Berat setara	600-800 mg
3	Kadar abu	≤ 10%

Kebutuhan pektin semakin meningkat seiring dengan luasnya penggunaan pektin di berbagai sektor industri. Saat ini, hampir semua kebutuhan pektin di Indonesia dipenuhi secara impor, karena belum terdapat produsen pektin yang mampu mencukupi banyaknya kebutuhan pektin di Indonesia (Injilauddin *et al*, 2015). Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, jumlah impor pektin di Indonesia dari tahun 2008 hingga 2012 berturut-turut yaitu 147,6 ton; 147,3 ton; 291,9 ton; dan 240,8 ton. Jumlah impor terbesar pada tahun 2011 sebesar 291,9 ton (291.870kg) senilai USD2.977.479 (Kementrian Pertanian, 2014).

Menurut (Sulihono *et al*, 2012), di dalam kulit buah terdapat senyawa pektin yang dapat diambil dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam. Beberapa kulit buah yang diketahui memiliki kandungan pektin cukup tinggi di antaranya kulit buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebesar 20,34% (Zaidel *et al*, 2017), kulit buah pepaya (*Carica papaya*) sebesar 9,2% (Widodo *et al*, 2011), kulit buah melon (*Cucumis melo*) sebesar 29,48% (Raji *et al*,

2017), kulit buah nanas (*Ananas comosus*) sebesar 5,6% (Antika *et al*, 2017), serta kulit buah jeruk (*Citrus sinensis*) sebesar 20% (Perina *et al*, 2007).

Tingkat konsumsi buah di Indonesia cukup tinggi, yaitu sebesar 73,59% dari jumlah total penduduk (Badan Pusat Statistik, 2017). Selain dapat dikonsumsi, buah juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin. Bagian buah yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin adalah kulit buah yang merupakan limbah dari buah dengan jumlah yang relatif banyak. Pelarut yang biasa digunakan dalam proses ekstraksi pektin adalah pelarut yang bersifat asam, seperti HCl, HNO<sub>3</sub>, dan ammonium oksalat (Puspitasari, 2017). Pelarut dengan pH yang lebih rendah cenderung menghasilkan *yield* pektin yang lebih tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin mengkaji proses ekstraksi pektin dengan bahan baku campuran limbah kulit buah naga merah, kulit buah nanas, kulit buah melon, kulit buah pepaya serta kulit buah jeruk dengan perbandingan berat yang sama dan menggunakan pelarut asam oksalat.

Peneliti berharap untuk bisa menemukan alternatif baru dalam pemenuhan kebutuhan pektin di Indonesia, sehingga dapat menekan tingginya angka impor pektin. selain itu juga diharapkan penelitian ini mampu meningkatkan nilai guna limbah kulit buah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 24 Juli-4 Oktober 2019 di Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kulit buah naga merah, kulit buah nanas, kulit buah melon, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk, asam oksalat, aquades, serta bahan penunjang lainnya. Alat yang digunakan meliputi serangkaian alat ekstraksi, *furnace*, *oven*, *blender*, buret serta alat penunjang lainnya.

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi:

### 1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa limbah kulit buah tersebut di atas dikumpulkan dari pedagang rujak buah dan jus yang berada di sekitar kampus II Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pisahkan kulit buah dari pengotor, cuci lalu keringkan di bawah sinar matahari langsung selama 2 hari. Kemudian dihaluskan menggunakan *blender* hingga lolos ayakan 40 *mesh*.

### 2. Ekstraksi Pektin

Timbang bahan baku dengan perbandingan kulit buah melon, kulit buah nanas, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk manis dan kulit buah naga daging merah berturut-turut 1:1:1:1:1 dengan berat total 20 gram. Dalam labu leher 3 tambahkan 240 mL larutan asam oksalat 1N (pH 1). Lakukan proses ekstraksi pada suhu 70°C selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Ulangi prosedur tersebut

untuk pH ekstraksi 2, 3, 4 dan 5. Lakukan prosedur yang sama untuk variabel bebas berupa suhu (60°C, 70°C, 75°C, 80°C dan 90°C) pada pH 2 dengan variabel kontrol lain sama.

### 3. Pengendapan Pektin

Hasil ekstraksi disaring, dipisahkan antara filtrat dan residu. Filtrat ditambah etanol 96% dengan perbandingan volume 1:1, aduk hingga homogen dan diamkan selama 18 jam. Pisahkan kembali filtrat dan endapan yang terbentuk. Endapan dicuci dengan etanol 96% dan disaring. Pencucian diulangi sebanyak 5 kali.

### 4. Pengeringan Pektin

Endapan pektin yang telah bebas dari residu asam dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi, dilakukan pengujian meliputi:

#### a. Analisa Rendemen/*Yield* Pektin

Pektin kering yang dihasilkan ditimbang, kemudian rendemen pektin dihitung dengan rumus :

$$yield = \frac{\text{berat pektin kering}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

#### b. Penentuan Berat Setara

Sampel pektin kering ditimbang 0,1 gram, dimasukkan ke erlenmeyer kemudian ditambah 1 mL etanol 96%, 0,2 gram NaCl dan 20 mL aquades. Aduk hingga homogen kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi ungu. Berat setara dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{berat setara} = \frac{m \text{ sampel}}{v \text{ titrasi} \times N \text{ NaOH}} \times 100\%$$

## c. Penentuan Kadar Metoksil

Sampel pektin kering ditimbang 0,1 gram, dimasukkan ke erlenmeyer kemudian ditambah 1 mL etanol 96%, 0,2 gram NaCl, 5 mL NaOH 0,25 N, 5 mL HCl 0,25 N dan 20 mL aquades. Aduk hingga homogen kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Kadar metoksil dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{metoksil} = \frac{v \text{ titrasi} \times N \text{ NaOH} \times 31}{m \text{ sampel}} \times 100\%$$

## d. Penentuan Kadar Abu

Keringkan cawan porselin dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Sampel pektin ditimbang sebanyak 0,8 gram, masukkan ke *furnace* pada suhu 500°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan

ditimbang. Kadar abu dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan dalam ekstraksi pektin merupakan campuran kulit buah melon, kulit buah nanas, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk manis dan kulit buah naga daging merah yang telah dikeringkan dan dihaluskan hingga lolos ayakan 40 *mesh* dengan total berat 20 gram, dengan pelarut Asam Oksalat 1 N dan diekstraksi dengan variasi suhu (60-90°C) dan variasi pH (pH 1-5). Beberapa parameter yang diuji untuk menentukan karakteristik pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi campuran limbah kulit buah di antaranya analisis *yield* pektin, analisis kadar metoksil, analisis berat setara serta analisis kadar abu. Hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi dan analisis pektin dituliskan dalam tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2. Hasil ekstraksi pektin pada suhu 60-90°C

Suhu (°C)	Yield pektin (%)	Berat setara (%)	Kadar metoksil (%)	Kadar abu (%)
60	9,69	31,75	4,34	6,75
70	10,37	33,89	4,03	6,38
75	12,27	22,47	7,91	5,38
80	11,81	18,86	11,94	6,63
90	7,38	24,69	18,75	7,50

Tabel 3. Hasil ekstraksi pektin pada pH 1-5

pH	Yield pektin (%)	Berat setara (%)	Kadar metoksil (%)	Kadar abu (%)
1	7,15	27,78	8,99	7,38
2	9,58	31,75	10,54	6,13
3	12,70	20,62	13,02	17,25
4	17,66	16,67	18,45	31,75
5	42,09	60,61	12,09	68,75

Pektin merupakan senyawa pengikat air yang banyak digunakan dalam industri

makanan dan minuman. Selain itu juga banyak dipakai untuk bahan tambahan pada

industri farmasi. Pektin banyak terdapat dalam tanaman yang disimpan dalam bentuk protopektin (Sulihono *et al.*, 2012). Isolasi pektin dari kulit buah dapat dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam seperti HCl, asam sulfat, asam asetat, asam sitrat, asam laktat serta asam tartrat. Selain pelarut asam dapat menggunakan air dan etanol 96% (Perina *et al.*, 2007). Proses ekstraksi pektin dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pH, waktu

ekstraksi, ukuran partikel, suhu ekstraksi, rasio solut dan solven, jenis pelarut, serta jenis bahan (Aziz *et al.*, 2018).

Penelitian ini menunjukkan pengaruh suhu dan pH terhadap *yield* pektin, berat setara pektin, kadar metoksil serta kadar abu dalam pektin. Selain itu, suhu dan pH ekstraksi juga mempengaruhi wujud fisik pektin yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Pektin hasil ekstraksi pada suhu 60-90 °C



Gambar 3. Pektin hasil ekstraksi pada pH 1-5

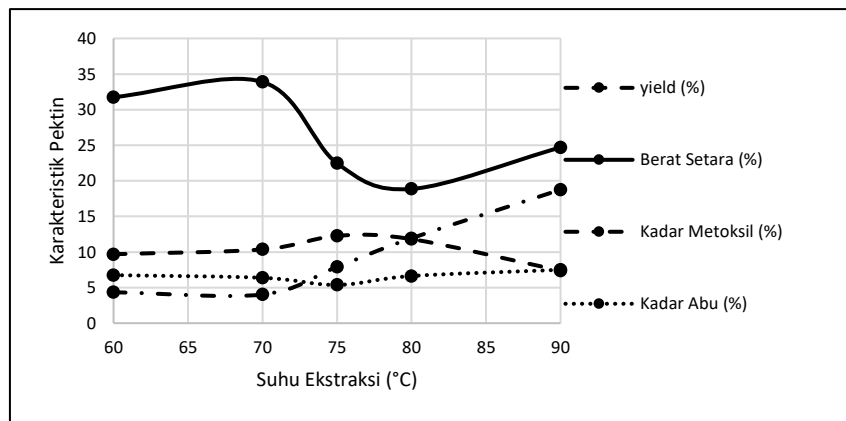
Gambar tersebut menunjukkan perbedaan warna pektin yang dihasilkan dari berbagai variasi pH (pH 1-5) dan suhu (60-90°C). Semakin tinggi pH (semakin rendah derajat keasaman), akan menghasilkan pektin dengan warna yang lebih terang. Pektin dengan warna paling gelap adalah pektin hasil ekstraksi pada pH 1 dan pektin yang memiliki warna paling terang adalah pektin hasil ekstraksi pada pH 5. Hal ini disebabkan

karena terjadi reaksi *Browning*, yaitu reaksi pembentukan warna coklat karena terdapat senyawa melanoidin yang timbul karena adanya kontak dengan oksigen. Selain itu perbedaan warna yang terjadi juga disebabkan karena proses ekstraksi dengan tingkat keasaman yang tinggi (pada pH ekstraksi yang lebih rendah) akan meningkatkan hidrolisis protopektin dari jaringan kulit meningkat, sehingga sel akan

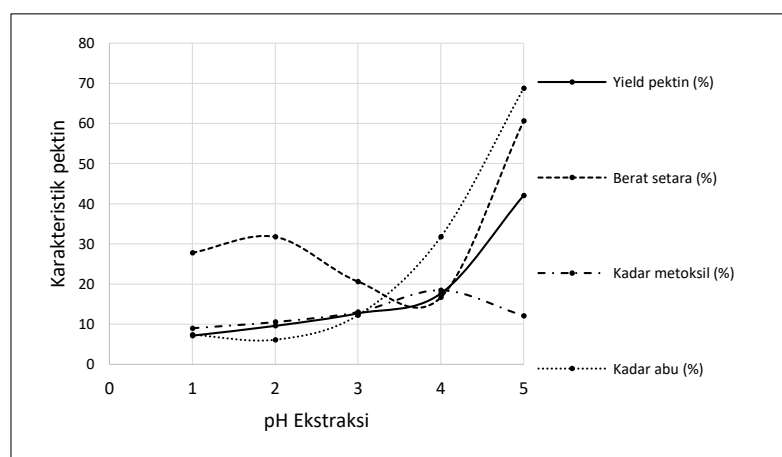


pecah dan polifenol akan bereaksi dengan enzim yang berada dalam sitoplasma dan menyebabkan pektin yang dihasilkan memiliki warna gelap (Ardiyansyah *et al*, 2014). Pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi pada pH 3 hingga 5 cenderung memiliki warna yang lebih terang karena pengaruh penambahan NaOH untuk mencapai pH tersebut. NaOH diketahui dapat melarutkan senyawa lignin, di mana lignin adalah zat perekat dalam kulit buah yang dapat menghasilkan warna coklat jika

tidak dihilangkan terlebih dahulu. Dalam penelitian ini, tidak ada perlakuan awal terhadap limbah kulit buah sebelum diekstraksi, sehingga warna pektin yang diperoleh cenderung gelap, kecuali pektin pada pH 3 hingga 5 yang memiliki warna lebih terang karena lignin yang terdapat pada bahan baku dapat terlarut karena pengaruh penambahan NaOH. Sedangkan suhu, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap warna pektin yang dihasilkan. Hubungan suhu dan pH terhadap karakteristik pektin, ditunjukkan dalam grafik berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan suhu ekstraksi dengan karakteristik pektin



Gambar 5. Grafik hubungan pH ekstraksi dengan karakteristik pektin

### 1. Pengaruh suhu dan pH terhadap *yield* pektin

Gambar 4 menunjukkan *yield* pektin akan mengalami kenaikan hingga

suhu 75°C sedangkan setelah suhu tersebut *yield* pektin yang dihasilkan mengalami penurunan, pektin

terbanyak diperoleh pada suhu 75°C yaitu sebesar 12,27% (2,454 gram) dari berat total sampel 20 gram. Suhu ekstraksi yang digunakan tinggi menyebabkan peningkatan difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat, sehingga pektin yang dihasilkan semakin banyak. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi pektin menjadi asam pektat. Hal tersebut mengakibatkan *yield* pektin menurun di atas suhu 75°C.

Gambar 5 menunjukkan *yield* pektin akan meningkat pada pH yang lebih tinggi, pektin terbanyak diperoleh pada pH 5 sebesar 42,09% (8,418 gram) dari berat total sampel 20 gram. Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, rata-rata dari kelima bahan baku yang digunakan menghasilkan *yield* pektin yang cukup tinggi pada rentang pH 1-3 dan hasil terbaik diperoleh pada pH 2. Namun, pada penelitian ini, *yield* pektin tertinggi diperoleh pada pH 5. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya sifat bahan baku, pelarut yang digunakan serta perlakuan selama proses isolasi pektin.

## 2. Pengaruh suhu dan pH terhadap kadar metoksil pektin

Kadar metoksil dalam pektin menunjukkan kekuatan pektin saat membentuk gel. Makin tinggi kadar metoksil dalam pektin, maka akan semakin baik kualitas pektin tersebut. Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kadar metoksil yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pektin yang memiliki kadar metoksil paling tinggi dari hasil penelitian ini adalah pektin yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan suhu operasi 90°C (18,75%). Berdasarkan penelitian yang

dilakukan oleh (Constenla *et al*, 2003) bahwa kadar metoksil pektin akan semakin meningkat dengan naiknya suhu ekstraksi yang digunakan. Hal tersebut dapat terjadi karena gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat. Grafik pada gambar 5 menunjukkan pektin yang memiliki kadar metoksil paling tinggi dari hasil penelitian ini adalah pektin yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan pH 4 (18,45%), dan yang paling rendah adalah pektin hasil ekstraksi pH 1 (8,99%). Pektin digolongkan dalam *high methoxyl content pectin* jika memiliki kadar metoksil di atas 7% dan digolongkan dalam *low methoxyl content pectin* jika memiliki kadar metoksil di bawah 7%.

## 3. Pengaruh suhu dan pH terhadap berat setara pektin

Berat setara atau berat ekuivalen pektin menunjukkan jumlah asam galakturonat bebas dalam pektin. makin tinggi berat ekuivalen, maka kadar asam galakturonat bebas dalam pektin makin rendah. Berdasarkan spesifikasi pektin menurut IPPA 2003, berat setara pektin yang baik sekitar 600-800 mg.

Gambar 4 menunjukkan berat setara paling tinggi diperoleh saat suhu operasi 70°C yaitu sebesar 33,89% (702,54 mg) dan paling rendah pada suhu 80°C yaitu sebesar 18,86% (445,28 mg). Sedangkan gambar 5 menunjukkan berat setara paling rendah sebesar 16,67% (588,6 mg) diperoleh saat pH ekstraksi 4, dan berat setara paling tinggi sebesar 60,61% (5.102,15 mg) diperoleh saat pH ekstraksi 5. Sehingga, dapat disimpulkan pektin yang dihasilkan pada pH 5 dan pada suhu 80°C memiliki kualitas yang kurang baik. Besarnya berat setara berbanding terbalik dengan kadar metoksil. Pektin dengan berat

setara yang tinggi memiliki kadar metoksil yang rendah, namun pektin dengan berat setara yang terlalu kecil (kurang dari 600mg) juga memiliki kualitas kurang baik saat membentuk gel.

#### 4. Pengaruh suhu dan pH terhadap kadar abu pektin

Kadar abu dalam pektin menunjukkan banyaknya mineral pengotor yang masih tertinggal dalam pektin. Berdasarkan IPPA 2003, pektin yang baik adalah pektin yang memiliki kadar abu maksimal 10%. Gambar 4 menunjukkan kadar abu paling rendah diperoleh saat suhu ekstraksi 75°C (5,38%) dan kadar abu tertinggi diperoleh saat suhu ekstraksi 90°C (7,5%). Sedangkan gambar 5 menunjukkan Kadar abu paling rendah diperoleh saat pH ekstraksi 2 (6,13%), dan kadar abu tertinggi diperoleh saat pH ekstraksi 5 (68,75%). Hal tersebut menunjukkan bahwa pH ekstraksi yang lebih tinggi cenderung kurang selektif dalam proses isolasi pektin, akibatnya bukan hanya pektin yang terlarut tapi

juga zat lain dalam bahan baku yang tidak diinginkan.

#### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan:

1. Proses ekstraksi serta karakteristik pektin dipengaruhi oleh suhu dan pH
2. Suhu dan pH optimum dalam proses ekstraksi pektin berturut-turut adalah 70°C dan pH 2
3. Pektin yang dihasilkan pada kondisi tersebut memiliki *yield* sebesar 9,58-10,37%, kadar metoksil 4,03-10,54%, berat setara 608,33-702,54 mg, serta kadar abu 6,13-6,38%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian hingga penulisan artikel publikasi, di antaranya dosen pembimbing Ibu Dra. Akida Mulyaningtyas, S.T.,M.Sc., laboran laboratorium Teknik Kimia UMS, pedagang rujak serta jus buah yang menyediakan bahan baku dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Antika, S.R., & Kurniawati, P. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Nanas. Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNESA. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 7 Oktober 2017.
- Ardiyansyah, G., Hamzah, F., & Efendi, R. 2014. Variasi Tingkat Keasaman Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Durian. *Jom Faperta*, 1(2):1-7.
- Aziz, T., Johan, M.E.G., & Sri, D. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 17-27.
- Badan Pusat Statistik, H. 2017. Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia. Badan Pusat Statistik.
- Constenla, D., & Lozano, J.E. 2003. *Kinetic model of pectin demethylation*. *Latin American Applied Research*, 33(2), 91-95.
- Dewayani, R.A. 2017. Pemanfaatan Komposit dari Kitosan dan Pektin dalam Kulit Jeruk sebagai Adsorben Zat Warna. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Injilauddin, A.S., Lutfi, M., & Nugroho, A. 2015. Pengaruh Suhu dan Waktu pada Proses Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). JKPTB. 3(3):280-286.
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Perina I, Satiruihani, Felycia, ES, dan H. H. 2007. Ekstraksi pektin dari berbagai macam kulit jeruk. Jurnal Ilmiah Widya Teknik, 6(1): 1–10.
- Puspitasari, D.A. 2017. Pemanfaatan Pektin Dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit Dengan Penambahan Kitosan Laktat. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H., & Hosseini, S.S. 2017. *Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. International Journal of Biological Macromolecules*. 98: 709–716.
- Sulihono, A., Tarihoran, B., & Agustina, T.E. 2012. Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). Jurnal Teknik Kimia. 18(4):1–8.
- Widodo, L.U., Karaman, N., & Candra, Y. 2011. Pektin Dari Kulit Buah Pepaya. J P Kimia. 6(1):783-786.
- Zaidel, D.N.A., Rashid, J.M., Hamidon, N.H., Salleh, L.M., & Kassim, A.S. M. 2017. *Extraction and characterisation of pectin from dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peels. Chemical Engineering Transactions*. 56: 805–810.

# Keanekaragaman Jenis Tanaman Buah Pekarangan Dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Pendapatan Keluarga Di Gampong Teungoh, Aceh, Indonesia

Antika Rahayu, Maulina, Safrianti, Sauqina Nur Firdausy P.S, Tri Yuliani, Adi Bejo Suwardi

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Samudra, Jln. Meurandeh, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh. 24416  
E-mail: antikarahayuu1011@gmail.com

Paper submit: 6 Juni 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Desa Gampong Teungoh merupakan salah satu desa di Kota Langsa yang sebagian warganya masih memiliki pekarangan yang digunakan untuk menanam buah sebagai nutrisi untuk tubuhnya. Pekarangan atau kebun rumah memberikan keuntungan ekonomi dan sosial, dengan berbagai tanaman buah dan pohon. Penelitian ini dilakukan di 5 dusun yaitu Dusun SMP 5, Dusun Timbangan, Dusun Permai, Dusun Keupala, dan Dusun Tetua Thalib. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, intervariasi dan wawancara yang ditujukan kepada penduduk setempat. Hasil penelitian telah ditemukan 35 jenis tumbuhan buah pekarangan. Keanekaragaman tanaman pekarangan memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan keindahan bagi masyarakat Desa Gampong Teungoh

**Kata kunci:** Pekarangan, Jenis Tanaman, Gampong Teungoh

**Abstract** – *Teungoh gampong village is one of the villages in langsa city where some of its residents still have a yard that is used to grow fruit as nutrition for their bodies. Yard or home garden provides economic and social benefits, with a variety of fruit trees and trees. This research was conducted in 5 hamlets namely SMP 5 Hamlet, Timbangan Hamlet, Permai Hamlet, Keupala Hamlet, and the Elder Thalib Hamlet. This research was conducted by the method of observation. Interviews and interviews aimed at local residents. The results of the study have been found 35 types of fruit plants.*

**Keywords:** *Yard, Tyde of Plant, Teungoh Villave*

## PENDAHULUAN

Keanekaragaman tanaman lahan pekarangan merupakan bagian dari keanekaragaman yang sangat penting dan memiliki peran utama dalam kehidupan masyarakat. Berdasarkan manfaatnya tanaman dibagi menjadi tanaman hias, tanaman buah, tanaman sayuran, tanaman obat, tanaman bumbu, tanaman penghasil pati, tanaman industry, tanaman peneduh dan tanaman-tanaman penghasil pakan, kayu bakar, bahan kerajinan tangan manfaat lain (Arifin *et al.* 2009). Jika pekarangan dikelola dengan baik dan sesuai kondisi pekarangan rumah, dan disamping itu dapat memenuhi konsumsi kebutuhan rumah tangga, hasil tanaman pekarangan dapat memberikan

keuntungan bagi keluarga itu sendiri. Dan dari hasil penelitian Badan Ketahanan Pangan dan Penyeluhan Pertanian telah dijelaskan bahwa pekarangan dapat memberikan sumbangan pendapatan keluarga antara 7% sampai dengan 45% (Navia *et al.*, 2017).

Buah-buahan telah menjadi bagian yang sangat penting sebagai nutrisi manusia dan tidak dapat diabaikan sejauh mana menyangkut keamanan pangan, kesehatan yang baik, dan pendapatan yang dihasilkan (Aworh, 2015; Suwardi *et al.*, 2020; Navia *et al.*, 2020). Buah-buahan ini memberi manusia nutrisi yang sangat penting untuk meningkatkan kesehatan (Kubola *et al.*, 2011; Suwardi *et al.*, 2018; Navia *et al.*,



2019; Suwardi *et al.*, 2019a; Suwardi *et al.*, 2019b). Buah-buahan mengandung vitamin dan mineral dalam jumlah besar sehingga kerawanan pangan di negara-negara berkembang dapat dikurangi dengan memotivasi masyarakat miskin pedesaan untuk meningkatkan konsumsi buah-buahan asli dan juga suplemen makanan berbasis buah. Pekarangan didefinisikan sebagai sistem penggunaan lahan yang melibatkan tanaman pertanian yang memerlukan pupuk dari hewan ternak dalam senyawa rumah individu, seluruh unit tanaman-hewan pohon secara intensif dikelola oleh tenaga kerja keluarga (Kumar dan Nair, 2006). Pemilihan spesies tanaman untuk pengaturan dan pengelolaannya bervariasi di dalam dan di antara pekarangan rumah di komunitas yang sama (Mendez *et al.* 2001) dapat dipengaruhi oleh banyak faktor ekologi, sosial dan ekonomi (Wezel dan Bender, 2003).

Terlepas dari luasnya cakupan produksi pohon buah-buahan dan berbagai manfaat pohon buah-buahan dalam sistem agroforestri kebun rumah petani buah di daerah penelitian, kontribusi pohon buah-buahan untuk mendukung mata pencaharian masyarakat setempat dan keanekaragamannya di kebun rumah. Sistem wanatani dari wilayah studi belum diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan buah di pekarangan dan kontribuhnya terhadap pendapatan keluarga di Gampong Teungoh, kota Langsa, Aceh, Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2020. Penelitian dilakukan di 5 dusun, yaitu dusun SMP 5, dusun Timbangan, dusun Permai, dusun Keupala, dan dusun Tetua Khalib.

Penelitian dilakukan dengan metode observasi, inventarisasi dan wawancara yang

ditujukan kepada penduduk setempat. Pengambilan data dilakukan secara purposive random sampling (Singarimbun & Effendi, 1989; Njurumana 2016), sebanyak 10 % dari jumlah kepala keluarga (43 KK).

Pengamatan struktur komunitas tumbuhan di setiap luasan pekarangan yang terpilih, yaitu dibagi dilakukan dengan mengidentifikasi seluruh jenis tanaman buah yang ada dengan mengacu pada buku Flora of Java (Backer and Brink, 1963, 1965, 1968), PROSEA, Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2, Buah-buahan Yang Dapat Dimakan (Verheij and Coronel, 1997).

Untuk teknik analisis data Indeks keanekaragaman jenis tanaman buah pekarangan dihitung menggunakan indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (Barbour *et al.*, 1987).

$$H' = \sum_{i=1}^s Pi \ln Pi$$

Keterangan:

H' = Indeks Diversitas Shannon- Wiener

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

ni = Jumlah nilai penting satu jenis

N = Jumlah nilai penting seluruh jenis

ln = Logaritme natural (bilangan alami)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Komposisi jenis tumbuhan buah pekarangan

Sebanyak 35 jenis tumbuhan buah pekarangan yang terdiri dari 22 marga dan 20 suku telah ditemukan di perkarangan rumah masyarakat Gampong Teungoh, Kecamatan Langsa Kota, Langsa. Tumbuhan buah dari keluarga Myrtaceae memiliki anggota jenis terbanyak (5 jenis). Diantara jumlah jenis tanaman buah dipekarangan tersebut, beberapa jenis diantaranya memiliki keanekaragaman dalam kultivarnya, misalnya pada tanaman pisang, jumlah kultivar lokal berasal dari marga *Musa X paradisiaca* (3

kultivar), sedangkan jenis yang lain seperti *Psidium guava* (2 kultivar).

Setiap dusun memiliki nilai penting yang berbeda. Pada Dusun SMP 5 memiliki nilai penting tertinggi pada tanaman *Annona squamosa* L (srikaya), hal ini terjadi karena individu yang ditemukan cukup banyak yaitu sebanyak 34,55. Dusun Timbangan memiliki nilai penting tertinggi pada tanaman *Ananas comosus* (L.) yaitu 32,73. Dusun Permai memiliki nilai penting tertinggi pada tanaman *Papaya* yaitu 35,73. Dusun Keupula memiliki nilai penting tertinggi pada tanaman *Citrus sinensis* yaitu 28,79. Dan pada Dusun Tetua Thalib nilai penting tertinggi di temukan pada tanaman *Averrhoa blimbi* yaitu 35,22. Jadi, perbandingan nilai penting tanaman pada tiap desa sangat terlihat, dimana Dusun Tetua Thalib mendapatkan nilai penting tertinggi yaitu 35,22 dibandingkan dengan tanaman di 4 dusun lainnya.

Perbandingan nilai penting tanaman pada Desa Gampong Teungoh Kota Langsa Aceh dengan Desa Pahauman Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak, Kalimantan Barat sangat jauh, dimana pada Desa Gampong Teungoh mendapatkan nilai penting tertinggi pada tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi*) 35,22 % sedangkan pada Desa Pahauman nilai penting tertinggi ditemukan pada tanaman Kembang Sepatu (*Hibiscus utillissima*) (INP = 12,37%) (Mukarlina *et al*,2014).

## 2. Keanekaragaman jenis

Indeks keanekaragaman spesies merupakan indeks yang menyatakan struktur komunitas dan kestabilan ekosistem. Semakin baik indeks keragaman spesies maka suatu ekosistem semakin stabil. Indeks keragaman ini biasa menggunakan indeks Shannon, indeks Margalef, dan indeks Simpson (Indriyanto 2012). Indeks Shannon-Wiener merupakan indeks yang

sesuai untuk menghitung tingkat keragaman spesies (Suratissa dan Rathnayake 2016).

## 3. Nilai ekonomi tumbuhan buah pekarangan

Kelengkeng (*D. longan*) merupakan jenis buah pekarangan yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Tabel 9) dan bibitnya didatangkan dari Medan, Sumatra Utara. Saat ini harga jual kelengkeng di pasar mencapai Rp. 40.000/kg. Menurut salah satu petani kelengkeng, buah kelengkeng saat ini banyak digemari para konsumen karena rasanya yang manis, daging buahnya tebal, tidak lembek/berair dan buahnya tidak menempel pada bijinya. Para petani membudidayakan kelengkeng di kebun rumah dengan beberapa jenis tanaman lain dan tidak memiliki jarak tanam yang teratur. Tanaman kelengkeng merupakan tanaman musiman yang tidak membutuhkan banyak air untuk menunjang pertumbuhannya. Kebanyakan petani yang mempunyai tanaman kelengkeng dengan jumlah yang banyak akan merasakan hasil dari penjualan buah bisa membantu perekonomian mereka. Hasil dari penjualan buah-buahan yang telah ditanam oleh masyarakat cukup mendapatkan banyak keuntungan yaitu bisa mencapai 60-75%. Meskipun demikian, tidak semua jenis buah yang dihasilkan dijual, karena sebagian dari hasil tanaman tersebut di konsumsi sendiri oleh masyarakat. Pada persentase dari perolehan yang didapat melalui perdagangan jenis tanaman buah pekarangan dan persentase perolehan yang didapatkan oleh informan sudah dipastikan lebih banyak yang diperoleh informan. Hal ini disebabkan tanaman yang tumbuh di pekarangan tidak selalu menghasilkan buah, tanaman tersebut akan berbuah sesuai periodenya untuk menghasilkan buah. Seperti buah rambutan, buah guli atau kelengkeng, raja buah atau durian, dan manggis. Jenis buah yang telah disebutkan itu

merupakan beberapa buah yang tersedia setiap 6 bulan sekali atau 12 bulan sekali pada masa periode perolehan produk/buah.

## SIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan telah ditemukan sebanyak 35 jenis tumbuhan buah pekarangan yang terdiri dari 22 marga

dan 20 suku. Sebanyak 60% tumbuhan buah pekarangan memiliki habit berupa pohon, diikuti oleh semak 10%, perdu 20%, dan herba 10%. Keanekaragaman tanaman pekarangan memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan keindahan bagi masyarakat Desa Gampong Teungoh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulahadi, R.S. Riswan dan H.A. Hidayah. 1995. Pemanfaatan Vegetasi Tumbuhan Bawah Pekarangan Oleh Masyarakat Jawa di Wilayah Kabupaten Banyumas. Prosiding Seminar dan Lokakarya Etnobotani II. Yogyakarta, 24-25 Januari 1995. Hal : 528-535.
- Arifin, H.S., A. Munandar, N.H.S. Arifin dan Kaswanto, 2009. Pemanfaatan Pekarangan di Pedesaan. Buku Seri II. Biro Perencanaan Sekjen Deptan bekerjasama dengan Departemen Arsitektur Lanskap, Faperta IPB. Bahan Penyuluhan.
- Aworh, O.C. 2015. Promoting food security and enhancing Nigeria's small farmers' income through value-utilized indigenous fruits and vegetables. *Food Research International*, 76. 986-991.
- Barbour, G.M., J.K. Burk, and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Los Angeles: The Benymin/Cummings Publishing Company. Inc.
- Fachrurrozi, Z. 1980. Inventarisasi Sumber Daya Nabati Pekarangan Di Desa Dadap, Sastrapradja, S., M. Imelda dan S. Adisoemarto. 1985. Komponen Hayati yang sering dijumpai di pekarangan: Kasus Teluknaga, Citereup dan Pacet. *Berita Biologi* 3(2): 25-36
- Indriyanto. 2012. *Ekologi Hutan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Kabola, J., S. Sirjamornpun, and N. Meeso. 2011. Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thai wild fruits. *Food Chem* 126: 972-981
- Kumar, B. M. and P. K Nair. 2006. *Tropical Home Gardens a Time-tested Example of Sustainable Agroforestry Dordrecht*: Springer.
- Latiff, A. 1997. *Kleinhovia hospita* L. dalam: Hanum, I.F. dan L.G.J. van der Maesen (eds.) *Plant Resources of South-East Asia*. No.11 Auxiliary plants. PROSEA, Bogor-Indonesia. Hal: 166-167.
- Mendez, J. I. R., Parraga A. Z. V., Kara, a., & A. C. Urrutia, 2009. Determinants of Student Loyalty in Higher Education: A Tested Relationship Approach in Latin American *Business Review*.10(1)
- Mukarlina, RizaLinda, Nunung Nurlaila. 2014. *Jurnal Keanekaragaman Jenis Tanaman Pekarangan di Desa Pahauman Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak, Kalimantan Barat*.
- Nazaruddin, 1994. *Penghijauan Kota*. Jakarta:Penebar Swadaya. Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Navia, Z. I., Suwardi, A. B. dan A. Saputri, 2017. Penelusuran ragam jenis tanaman buah pekarangan sebagai sumber nutrisi bagi masyarakat di Kota Langsa, Aceh. In *Dalam: Agustien, A., Syaifullah, Pitopang, RP, Nurainas, Ilyas, S. & Kurniawan, R.(editor)*

- Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia Ke-4 dan Kongres Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia Ke-12. Padang. PP 15-17
- Navia, Z. I., Suwardi, A. B. dan A. Saputri, 2019. Karakterisasi Tanaman Buah Lokal di Kawasan Ekosistem Leuser Kabupaten Aceh Tamiang, Aceh. Buletin Plasma Nutfah, 25(2), 57-66.
- Navia Z.I., Suwardi A.B., Harmawan T., Syamsuardi., E. Mukhtar. 2020. The diversity and contribution of indigenous edible fruit plants to the rural community in the Gayo Highlands, Indonesia. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 121(1): 89-98.
- Perry, L.M. dan J. Metzger. 1980. Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses. The MIT Press Cambridge, Massachusetts and London, England.
- Rahayu, M. dan M.H. Siagian. 1994. Peranan Pekarangan Dalam Usaha Meningkatkan Pendapatan Keluarga. Majalah Ilmiah Univ. Widya Gama. No. Edisi Ketiga. Hal 19-29.
- Rahayu. M. dan Z. Fanani. 1996. Pekarangan, Peranan dan Pemanfaatannya di Desa Fatum Nasi – TTS, Timor. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Lustrum VIII Fak. Biologi Univ. Gadjah Mada. Yogyakarta, 18-20 September 1995. Hal: 137-135.
- Raintree, J.B. 1987. D. & D. Users Manual. An Introduction to Agrosfrosstry Diagnopsis and Design. ICRAF.
- Re PPProT, 1995, Peta Kesesuaian Lahan/ Status Lahan Skala 1 : 250.000. Deptrans.Soenandji, S. Siswandono, Harsono & H. Danusastro. 1985. Laporan Surveri Kecamatan Turi. Fakultas Pertanian Univ. Gadjah Mada. Kerjasama dengan Dinas Pertanian DIY. Mada. Yogyakarta, 18-20 September 1995. Hal: 137-135.
- Suratissa D M, and Rathnayake U S. 2016. Diversity and distribution of fauna of the Nasese Shore, Suva, Fiji, Islands with reference to existing threats to the biota. Journal of Asia-Pacific Biodiversity. 9 (2016): 11-16.
- Suwardi A.B., Indriaty., Navia Z.I. 2018. *Nutritional evaluation of some wild edible tuberous plants as an alternative foods*. Innovare journal of food sciences., 6 (2): 9-12.
- Suwardi A.B., Navia Z.I., Harmawan T., Syamsuardi., and Mukhtar E. 2019 The diversity of wild edible fruit plants and traditional knowledge in West Aceh region, Indonesia. Journal of Medicinal Plants. 7 (4): 285-290.
- Suwardi A.B., Navia Z.I., Harmawan T., Syamsuardi., and Mukhtar E. 2019. Sensory Evaluation of Mangoes Grown in Aceh Tamiang District, Aceh, Indonesia. Advances in Ecological and Environmental Research. 4(3): 79-85.
- Suwardi A.B., Navia Z.I., Harmawan T., Nuraini, Syamsuardi., and Mukhtar E. (2020) Ethnobotany, nutritional composition and sensory evaluation of Garcinia from Aceh, Indonesia. Materials Science and Engineering., 725 (1): 012064.
- Verheij, E. W. M. dan R.E Coronel, 1997. *Sumberdaya Nabati Asia Tenggara 2*. Penerjemah S. Danimihardja; H. Sutarno; N.W Utami Dan D.S.H. Hopsen. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wezel A, and S. Bender. 2003. Plant spesies diversity of homogardens of Cuba and it's signicance for household food supply. Agroforest Syst 57:39-49.

## Ketahanan Eksplan Embrio Ayam Dalam Media In Vitro

Atik Kurniawati\*, Dwi Listyorini

Poltekkes Kemenkes Malang, Jawa Timur, Indonesia

Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: atiecc85@gmail.com

Paper submit: 7 Juli 2020; Paper publish: September 2021

**Abstract** – Science has implemented the cell cultures as the primary for research such as a model system, toxicity tests, cancer, viruses, cell-based industries, genetic counseling, genetic engineering, gene therapy, drug screening and the latest is invitro meat. The purpose of this study was to determine the resistance of chicken embryo eksplan cells in invitro media. The research design was in the form of laboratory experiments. Explants taken 4 day old chick embryos, which were cultured in MEM media + serum. The results showed fibroblast cell cultures which survive 2 days. The most influential factor is the environment that is less supportive of the growth of explant chicken embryo cell

**Keywords:** Resistance, Fibroblast, Invitro

**Abstrak** – Ilmu sains telah menerapkan kultur sel sebagai metode utama untuk penelitian seperti sistem model, uji toksisitas, kanker, virus, industri berbasis sel, konseling genetik, teknik genetika, terapi gen, screening obat dan bahkan daging in vitro. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan eksplan embrio ayam dalam media invitro. Desain penelitian berupa eksperimen laboratorik. Eksplan diambil embrio ayam umur 4 hari, yang dikultur di media MEM+serum. Hasil kultur berupa sel fibroblas yang bertahan hidup 2 hari. Faktor yang paling berpengaruh adalah lingkungan yang kurang mendukung pertumbuhan dari eksplan sel embrio ayam

**Kata kunci:** Ketahanan, Fibroblast, Invitro

### PENDAHULUAN

Kultur sel adalah suatu usaha menempatkan sel hidup kedalam media yang dapat menghantarkannya untuk berkembang biak atau bertumbuh secara invitro. Pertumbuhan sel tersebut dilakukan secara mitosis melalui proses yang dimulai dari interfase, profase, metafase, anafase, dan telofase (Ma'at, 2019).

Kultur sel menjadi salah satu alat utama yang digunakan dalam ilmu sains sekarang ini (Ryan, 2008). Berbeda dengan organisme lainnya, sel hewan lebih sulit untuk dibudidayakan secara invitro, hal ini karena sel hewan memerlukan lebih banyak nutrisi dan biasanya tumbuh hanya ketika melekat pada permukaan yang dilapisi khusus. Meskipun dengan kesulitan-kesulitan ini, berbagai jenis sel-sel hewan,

termasuk yang *undifferentiated* dan *differentiated*, berhasil dibudidayakan (Lodish *et al*, 2000). Beberapa manfaat penting kultur sel diantaranya sebagai sistem model, menguji toksisitas, penelitian tentang kanker, virus, industri berbasis sel, konseling genetik, teknik genetika, terapi gen, *screening* obat (Ryan, 2008) dan daging invitro (Schmidinger, 2012).

Faktor-faktor penting dalam pertumbuhan sel yang di kultur dalam media invitro adalah substrat, oksigen, pH, buffer, osmolaritas, suhu, viskositas, asam amino dan vitamin, ion dan glukosa, antibiotik dan antifungi, suplemen organik dan serum (Syahidah, dkk., 2016). Tujuan penelitian untuk mengetahui ketahanan sel dari embrio ayam pada media invitro.



## METODE PENELITIAN

### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Hewan Universitas Negeri Malang pada bulan November 2016.

### 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorik, dimana dilakukan penelitian terhadap jaringan embrio ayam usia 4 hari untuk memproduksi daging secara in-vitro. Adapun prosesnya antara lain sterilisasi alat, pembuatan medium, inokulasi.

### 3. Pembuatan Medium MEM

Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan, menimbang bubuk M199 1,06 gram, NaHCO<sub>3</sub> 0,22 gram, Penisilin 0,01 gram, Streptomycin 0,01 gram. dilarutkan dalam 100 ml aquades, kemudian dihomogenkan hingga semua bahan larut. Pindahkan ke tabung centrifuge. Ambil syringe 20 ml dan saring dalam becker glass.

### 4. Pembuatan Kultur Primer

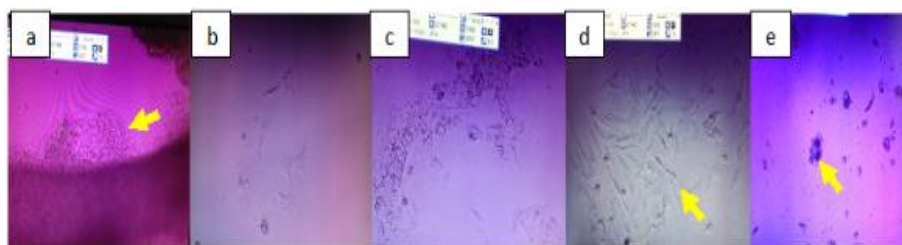
Menyiapkan embrio ayam berumur 4 hari. Keluarkan embrio ayam dari cangkangnya. Masukkan embrio ke dalam larutan garam seimbang. Pindahkan embrio ayam ke dalam wadah lain yang berisi larutan garam seimbang segar. Ambil cawan kultur

yang telah diisi dengan media+serum. Pastikan bakal organ berada terendam oleh media. Peliharalah organ tersebut di dalam inkubator pada suhu 39°C. Amati perkembangannya mulai 24 jam setelah penanaman. Ganti medium 3-4 jam sekali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultur jaringan hewan merupakan suatu teknik untuk mempertahankan kehidupan sel di luar tubuh organisme. Lingkungan sel dibuat sedemikian rupa, sehingga menyerupai lingkungan asal dari sel yang bersangkutan. Sel yang dipelihara bisa berupa sel tunggal (kultur sel), sel di dalam jaringan (kultur jaringan), maupun sel di dalam organ (kultur organ) (Listyorini, 2011)

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sel eksplan yang berasal dari embrio ayam usia 4 hari ketika di inokulasikan ke media MEM+serum pada hari pertama sudah terlihat sel fibroblas. Hal ini sesuai dengan Ryan (2005), ketika sel diangkat dari jaringan awalnya kemudian ditempatkan di lingkungan yang cocok, sel tersebut akan melekat, membelah dan tumbuh. Inilah yang disebut dengan kultur primer. Setelah beberapa hari sel-sel individu akan berpindah keluar dari eksplan ke permukaan tempat sel-sel itu tumbuh.



Gambar 1. Perkembangan kultur primer embrio ayam secara invitro  
a,b,c) hari ke-1, tanda panah menunjukkan eksplan yang belum menempel  
d) hari ke-2, tanda panah menunjukkan sel fibroblas yang sehat dan  
e) hari ke-3, tanda panah menunjukkan sel fibroblas yang mengalami kematian

Hari kedua kultur, terlihat bahwa sel sudah banyak keluar dari eksplan, namun tidak sampai ke monolayer. Hanya beberapa bagian saja yang nampak menyebar, hal ini karena kemungkinan sudah mulai terkontaminasi oleh bakteri.

Kultur sel biasanya dideskripsikan berdasarkan morfologi atau karakteristik fungsionalnya. Dimana ada 3 (tiga) morfologi dasar antara lain sel epitel, sel limfoblast dan sel fibroblast. Penelitian ini menunjukkan bahwa eksplan ini berkembang serupa sel fibroblast, ciri-ciri sel fibroblast yaitu menempel di substrat, memanjang dan bipolar, dan sering membentuk pusaran di kultur yang padat. Fibroblas merupakan sel yang banyak didapat pada jaringan ikat terutama pada kulit. Fibroblas terlibat dalam pertumbuhan normal, proses penyembuhan luka dan aktifitas fisiologis dari tiap jaringan dan organ dalam tubuh (Freshney, 2005).

Hari ketiga pada kultur sel terjadi kematian pada sel-sel tersebut, seperti terlihat di Gambar 1 diketahui bahwa sel fibroblas mengkerut dan menghitam, banyak terjadi kontaminasi oleh bakteri. Seperti dalam Ryan (2005), terdapat 2 (dua) tipe utama kontaminasi sel kultur, kimia dan biologi. Kontaminasi kimiawi sangat sulit terdeteksi agen penyebabnya, contohnya endotoksin, ion metal atau sisa desinfektan yang tidak terlihat. Kontaminasi biologi seperti pertumbuhan *yeast*, fungi dan bakteri biasanya memiliki dampak nyata terhadap kultur (perubahan pH medium). Kontaminasi bakteri biasanya berasal dari cara perlakuan yang tidak steril, seperti pada penggantian medium, memindah kultur dari inkubator ke LAF dan sebagainya.

Faktor yang mempengaruhi kondisi kultur pada penelitian ini antara lain suhu, meskipun menggunakan inkubator akan tetapi suhu yang tidak stabil mempengaruhi kondisi kultur. Suhu inkubator biasanya diatur sama dengan suhu tubuh *host* dimana sel itu diambil. Untuk hewan berdarah dingin suhu berkisar 18-25°C. Kebanyakan mammalia berkisar 36-37 °C. Kisaran temperatur inilah yang harus diperhatikan dengan memeriksa teratur suhu inkubator.

Faktor lain adalah pengaturan pH dan osmolaritas dan ketersediaan gas esensial seperti O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, nutrisi dalam media. Porsi “makan” dari medium kultur terdiri dari asam amino, vitamin, mineral dan karbohidrat. Komposisi ini akan membuat sel membangun protein baru dan komponen esensial untuk pertumbuhan dan fungsionalnya seperti menyediakan energi untuk metabolisme sel itu sendiri. Disamping itu medium seharusnya menjaga kisaran pH kultur dan menjadi buffer bila terjadi perubahan pH yang mendadak. Hal ini biasanya dapat diatasi dengan penggunaan inkubator CO<sub>2</sub> *controls set* untuk menyediakan atmosfer antara 2% dan 10% CO<sub>2</sub>. Begitu pentingnya inkubator CO<sub>2</sub> ini untuk kelangsungan hidup kultur sel.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa kultur sel dari eksplan embrio ayam telah berhasil menghasilkan sel fibroblas yang bertahan selama 2 hari. Faktor ini dipengaruhi oleh adanya kontaminasi oleh bakteri, suhu inkubator, pH, nutrisi pada medium dan gas esensial (O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>).

## DAFTAR PUSTAKA

- Ferguson MWJ, Leigh IM. (1998). *Wound healing*. Dalam: Champion RH, Burton JL, Burns DA, Breathnach SM, editor. *Textbook of Dermatology*. Edisi ke-6. London: Blackwell Science Ltd.; 337-43
- Freshney RI. (2005). *Culture of animal cells: a manual of basic technique*. 5th ed. Wiley and Son, Inc.

- Kadim, I. T., Mahgoub, O., Baqir, S., Faye, B., & Purchas, R. (2015). Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects. *Journal of Integ-rative Agri culture*, 4(2), 222-233.
- Listyorini, Dwi. (2011). *Kultur Jaringan Hewan: Metode Pengamatan dan Perlakuan Sel, Jaringan dan Organ Hewan secara In Vitro (Edisi Revisi)*. Jakarta: FMIPA UM
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). Molecular cell biology 4<sup>th</sup> edition. *National Center for Biotechnology Information, Bookshelf*, 9.
- Ma'at, S. (2019). *Teknik dasar kultur sel*. Airlangga University Press.
- Ryan, J. A. (2008). Introduction to Animal Cell Culture. Corning Incorporated. *Life Sciences, Chelmsford St*, 3-8.
- Winterman, D. (2012). Future foods: what will we be eating in 20 years' time. *BBC News Magazine*, 30th July, (accessed August 14, 2013), [available at [www.bbc.co.uk/news/magazine](http://www.bbc.co.uk/news/magazine)].
- Syahidah, H. N., & Hadisaputri, Y. E. (2016). Media yang Digunakan pada Kultur Sel. *Farmaka*, 14(3), 27-36.

# Karakteristik Kulit Batang Pohon Inang *Lichen* Di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi

## *The Characteristics of Lichen Host Tree Bark in Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi*

Puspita Ratna Susilawati\*, Rina Sri Kasiamdari

Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail korespondensi: ratna.puspita38@gmail.com; ratna.puspita38@usd.ac.id

Paper submit: 2 Juli 2020; Paper publish: September 2021

**Abstrak**– Karakteristik kulit batang inang menjadi faktor penentu komunitas corticolous lichen. Beberapa jenis lichen menunjukkan preferensi terhadap karakteristik kulit batang tertentu. Informasi karakteristik kulit batang pohon inang sangat dibutuhkan dalam upaya konservasi terutama untuk red-listed lichen species. Namun penelitian dengan tema tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengetahui keanekaragaman jenis pohon inang lichen di Bukit Bibi dan mendeskripsikan karakteristiknya. Pohon yang disampling adalah pohon yang ditumbuhi lichen di sepanjang jalur jelajah dengan diameter batang > 20 cm DBH. Kulit batang yang disampling adalah kulit batang yang tidak ditumbuhi lichen dan terletak pada ketinggian 130 cm. Karakteristik fisik yang dianalisis meliputi tekstur, kelembaban substrat dan kapasitas menyimpan air sedangkan karakteristik kimia berupa pH. Pohon inang corticolous lichen di Bukit Bibi ada 17 jenis. Karakteristik kulit batang yang bervariasi yaitu tekstur halus sampai kasar dengan celah/ retakan yang dalam; kelembaban substrat antara 8,03% - 63,18%; kapasitas menyimpan air antara 56,06% - 153,33%; dan pH antara 5,05 - 5,89.

**Kata kunci:** Corticolous Lichen, Karakteristik, Kulit Batang Pohon, Pohon Inang (Phorophyte)

**Abstract**– The characteristics of the host tree bark became a determining factor for the corticolous lichen community. Several types of lichen showed a preference for certain bark characteristics. Information on characteristics of host tree bark was needed in conservation, especially for red-listed lichen species. However, research on this theme was still limited. This study was aimed to determine the diversity of species of lichen host trees in Bukit Bibi and to describe their characteristics. The sampled tree was a tree that was overgrown with lichen along the cruising path with a trunk diameter > 20 cm DBH. Sampled bark was a bark that was not overgrown with lichen and was situated at a height of 130 cm. Physical characteristics analyzed included texture, substrate humidity, and water holding capacity while chemical characteristic was pH. There were 17 types of corticolous lichen host trees in Bukit Bibi. Varied bark characteristics were smooth to rough texture with deep cracks; substrate humidity between 8.03% - 63.18%; water storage capacity between 56.06% - 153.33%; and pH between 5.05 - 5.89.

**Keywords:** Bark, Characteristics, Corticolous Lichen, Host Tree (Phorophyte)

## PENDAHULUAN

*Lichen* adalah suatu bentuk asosiasi fotosintetik yang secara ekologis berperan dalam fiksasi nitrogen, siklus nutrien (Sevgi *et al.*, 2019) serta dikenal sebagai indikator kualitas udara (Shukla *et al.*, 2014). *Lichen* dapat tumbuh di berbagai substrat, salah satunya kulit batang. *Corticolous lichen*

merupakan kelompok *lichen* menunjukkan kebutuhan ekologis mendasar terhadap substrat kulit batang. Penelitian mengenai hubungan ekologis *corticolous lichen* dan substratnya sudah dilakukan diantaranya oleh Buba & Danmallam (2019); Käffer *et al.* (2016); Levia, Delphis & Wubbena (2020); Mezaka *et al.* (2008); Rosabal *et al.* (2013);

Sevgi *et al.* (2019); Snell & Keller (2003); Spier *et al.* (2010); Zárate-Arias *et al.* (2019).

Pohon inang (*phorophyte*) menyediakan substrat bagi *corticolous lichen* dan menjadi komponen penting yang menentukan komunitas *lichen*. Keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas *lichen* bervariasi tergantung jenis pohon inangnya. Beberapa jenis *lichen* menunjukkan *phorophyte specificity (host-specific)* terhadap pohon tertentu misalnya *Opegrapha viridis* dengan pohon *Tilia cordata* (Mezaka *et al.*, 2008); *Pseudocyphellaria crocata* dan *Cetrelia braunsiana* dengan pohon *Cedrus deodara* (Joshi *et al.*, 2016).

Pada jenis pohon inang yang berbeda, karakteristik fisik dan kimia kulit batang menjadi faktor penentu komunitas *corticolous lichen* yaitu tekstur, diameter batang dan kapasitas menyimpan air (karakteristik fisik), pH, nutrisi kandungan fenol (karakteristik kimia) (Favero-Longo & Piervittori, 2010; Käffer *et al.*, 2016; Mezaka *et al.*, 2008; Rosabal *et al.*, 2013). Tekstur kulit batang yang memiliki celah dan retakan menyebabkan variasi iklim mikro (intensitas cahaya, suhu dan kelembaban) di seluruh permukaan substrat (Zárate-Arias *et al.*, 2019). Variasi pH substrat secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan *Lepraria incana* (Spier *et al.*, 2010) sedangkan tekstur berpengaruh terhadap *Letharia vulpina* dan *Usnea subfloridana* (Sevgi *et al.*, 2019). Beberapa jenis menunjukkan preferensi terhadap karakteristik kulit batang tertentu. *Foliose lichen (Parmotrema chinense, Candelaria concolor, Lobaria amplissima)* sebagian besar dijumpai pada tekstur kulit batang sedang dan sedikit pada tekstur yang halus. *Crustose lichen (Lecanora carpinea, Caloplaca sp., Pertusaria sp.)* sebagian besar dijumpai pada tekstur kasar dan sedikit pada tekstur yang halus (Buba & Danmalla, 2019).

Penelitian hubungan ekologis *corticolous lichen* dan substratnya di Indonesia masih sangat terbatas. Rahayu & Roziaty (2018) melaporkan hubungan diameter pohon inang yang sebanding dengan jumlah koloni *lichen* dan distribusi yang merata dari batang hingga cabang terluar pohon. Selain penelitian tersebut, sebagian besar penelitian *lichen* di Indonesia mengangkat tema eksplorasi keanekaragaman jenis *lichen*. Beberapa publikasi keanekaragaman *lichen* yang sudah menyinggung jenis pohon inangnya diantaranya Mafaza *et al.* (2019); Muslim & Hasairin (2018); Rahayu & Roziaty (2018); Roziaty (2016). Penelitian tersebut melaporkan jenis-jenis pohon yang menjadi inang *lichen* tetapi belum menganalisis karakteristik kulit pohonnya lebih mendalam.

Penelitian yang secara khusus mempelajari karakteristik kulit batang pohon inang *lichen* sangat diperlukan. Menurut Mezaka *et al.* (2008), informasi karakteristik kulit batang pohon inang sangat dibutuhkan terutama untuk *red-listed lichen species*. Informasi tersebut juga penting untuk upaya konservasi *lichen* (Buba & Danmalla, 2019). Penelitian mengenai karakteristik kulit batang pohon inang yang sudah dipublikasikan sebelumnya adalah untuk jenis epifit yang lain yaitu anggrek (Budiman *et al.*, 2016; Muhammad & Pamuji, 2011); Bryopsida (Irfan *et al.*, 2014). Berdasarkan uraian tersebut maka tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman jenis pohon inang *lichen* di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM); dan mendeskripsikan karakteristik kulit batang pohon tersebut. Lokasi Bukit Bibi dipilih dengan pertimbangan tidak terdapat pencemaran udara di lokasi tersebut. Hal ini dikarenakan pencemaran udara dapat mempengaruhi karakteristik kulit batang (Spier *et al.*, 2010).



## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM). Bukit Bibi terletak di timur-utara lereng Gunung Merapi dan secara administratif terletak di Dusun Pedut, Desa Wonodoyo,

Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. Luas Bukit Bibi  $\pm 1$  Ha. Bukit Bibi termasuk dalam zona rimba dengan ketinggian puncak  $\pm 2007$  mdpl, curah hujan 3200 mm/tahun dan suhu maksimal  $22^{\circ}$  C.



Gambar 1. Area penelitian Bukit Bibi difoto dari ketinggian 3731 m (kanan). Keterangan: garis merah (jalur jelajah); B (Bukit Bibi); M (Gunung Merapi)

Penelitian dilakukan dengan metode jelajah mengikuti jalan setapak mengelilingi Bukit Bibi dengan jarak tempuh  $\pm 2,5$  km (Gambar 1.). Pohon yang disampling adalah pohon yang ditumbuhi *lichen* di sepanjang jalur jelajah dan memiliki diameter batang  $> 20$  cm DBH (*Diameters of Breast Height*) (Käffer *et al.*, 2016). *Lichen* yang dijumpai digolongkan menurut morfologinya yaitu *fruticose* (seperti rambut), *foliose* (seperti daun) dan *crustose* (seperti kerak). Jenis pohon diidentifikasi menurut Susantyo (2011).

Kulit batang yang disampling adalah kulit batang yang tidak ditumbuhi *lichen* dan terletak pada ketinggian 130 cm. Sampel kulit batang diambil dengan cara menyayat dan memotong kulit batang dengan ketebalan 0,5-3 mm seluas  $10 \times 10$  cm<sup>2</sup> (Johnsen & Søchting, 1973).

### 1. Tekstur

Tekstur kulit batang diamati di lapangan kemudian digolongkan menjadi 4

kriteria menurut Mistry (1998) yaitu halus, kasar tanpa celah/ retakan, kasar dengan celah/ retakan, kasar dengan celah/ retakan yang dalam.

### 2. Kelembaban substrat (*moisture content*)

Kulit batang  $\pm 5 \times 5$  cm<sup>2</sup> ditimbang beratnya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^{\circ}$ C selama 48 jam (atau hingga diperoleh berat konstan).

Kelembaban substrat =

$$\frac{(\text{berat basah} - \text{berat kering})}{\text{berat basah}} \times 100 \%$$

### 3. Kapasitas menyimpan air (*bark storage capacity*)

Kulit batang  $\pm 5 \times 5$  cm<sup>2</sup> dikeringkan pada suhu  $60^{\circ}$ C dalam oven hingga diperoleh berat konstan. Sampel ditimbang dan diletakkan dalam plastik kemudian diberi akuades hingga seluruh bagian kulit batang tercelup akuades. Setelah 18 jam, kulit batang dikeluarkan dan diletakkan di atas tisu

untuk menghilangkan akuades yang berlebih. Kulit batang yang basah ditimbang. Persentase air yang diabsorpsi merupakan kapasitas kulit batang dalam menyimpan air (Snell & Keller, 2003).

#### 4. Pengukuran pH

Sampel kulit batang dikeringanginkan pada suhu dan kelembaban ruangan hingga diperoleh berat konstan kemudian dihaluskan. Kulit batang yang telah kering dan dihaluskan sebanyak 2 g digojog dalam 16 ml akuades selama 8 jam. pH diukur secara langsung pada larutan

tersebut menggunakan pH meter (Johnsen & Søchting, 1973).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

*Corticolous lichen* di Bukit Bibi dapat tumbuh pada semua jenis pohon di lokasi tersebut. Di sepanjang jalur jelajah dijumpai 17 jenis pohon yang menjadi inang *corticolous lichen* dengan karakteristik kulit batang yang bervariasi. Jenis pohon dan tipe *lichen* berdasarkan morfologi talusnya yang ditemukan pada pohon tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. sedangkan karakteristik kulit batang pohon inang *corticolous lichen* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Pohon inang *corticolous lichen* dan tipe *lichen*-nya

No.	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Tipe <i>lichen</i>
1.	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	Akasia/kasia	<i>Fruticose, foliose, crustose</i>
2.	<i>Casuarina junghuhniana</i> Miq.	Cemara	<i>Foliose, crustose</i>
3.	<i>Erythrina lithosperma</i> Miq.	Dadap/dadap pri	<i>Fruticose, foliose, crustose</i>
4.	<i>Glochidion arborescens</i> Blume	Dempul*	<i>Fruticose, foliose, crustose</i>
5.	<i>Elaeocarpus pierrei</i> K.& V.	Gesik*	<i>Foliose, crustose</i>
6.	<i>Homalanthus populneus</i> Pax.	Krembi*	<i>Foliose, crustose</i>
7.	<i>Symplocos javanica</i> (Bl.) Kurz	Ladok/ lodo*	<i>Foliose, crustose</i>
8.	<i>Wendlandia glabrata</i> DC.	Lotrok/ lotro*	<i>Foliose, crustose</i>
9.	-	Mundilan*	<i>Crustose</i>
10.	-	Pangpung*	<i>Foliose, crustose</i>
11.	<i>Lithocarpus elegans</i> (Bl.) Hatus. ex Soepadmo	Pasang kletak/ pasang abang*	<i>Foliose, crustose</i>
12.	-	Pesek*	<i>Foliose, crustose</i>
13.	<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & De Vr.	Pinus	<i>Fruticose, foliose, crustose</i>
14.	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Puspa*	<i>Foliose, crustose</i>
15.	<i>Castanopsis argentea</i> Blume	Sarangan*	<i>Foliose, crustose</i>
16.	-	Sengganen*	<i>Crustose</i>
17.	<i>Engelhardtia spicata</i> Blume	Sowo	<i>Fruticose, foliose, crustose</i>

\*jumlah pohon yang disampling  $\leq 4$

Tabel 1. menunjukkan bahwa pada semua jenis pohon inang dijumpai *crustose lichen* (talus seperti kerak) sedangkan hanya 5 pohon yang dijumpai *fruticose lichen* (talus seperti rambut). Kelima pohon tersebut adalah *A. decurrens*, *E. lithosperma*, *G. arborescens*, *P. merkusii* dan *E. spicata*. Mafaza *et al.* (2019); Rahayu & Roziaty (2018); Wardiah & Nurhayati (2013) juga

melaporkan hal serupa bahwa *A. decurrens* dan *P. merkusii* adalah pohon inang *lichen*. Karunaratne *et al.* (2005) dalam artikelnya menampilkan foto spesimen *Usnea* (*fruticose lichen*) yang tumbuh pada ranting *A. decurrens* dan pada penelitian ini juga dijumpai *fruticose lichen* pada jenis pohon tersebut.

## Tekstur

Tabel 2. Karakteristik kulit batang pohon inang *corticolous lichen* di Bukit Bibi

No	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Tekstur	Kelembaban Substrat (%)	Kapasitas Menyimpan Air (%)	pH
1.	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	Akasia/ kasia	Halus	39,33 ± 0,86	56,06 ± 3,71	5,69 ± 0,41
2.	<i>Casuarina junghubniana</i> Miq.	Cemara	Halus	10,70 ± 1,91	107,78 ± 22,69	5,35 ± 0,06
3.	<i>Erythrina lithosperma</i> Miq.	Dadap/ dadap pri	Halus (terdapat duri)	63,18 ± 3,04	111,43 ± 10,30	5,89 ± 0,27
4.	<i>Glochidion arborescens</i> Blume	Dempul	Kasar tanpa celah/retakan	36,74 ± 20,35	101,67 ± 22,55	5,35 ± 0,09
5.	<i>Elaeocarpus pierrei</i> K.& V.	Gesik	Kasar tanpa celah/retakan	40,01 ± 3,72	64,13 ± 14,26	5,10 ± 0,22
6.	<i>Homalanthus populneus</i> Pax.	Krembi	Kasar tanpa celah/retakan	59,11 ± 2,47	120,17 ± 10,51	5,41 ± 0,07
7.	<i>Symplocos javanica</i> (Bl.) Kurz.	Ladok/ lodo	Kasar tanpa celah/retakan	54,95 ± 1,69	149,17 ± 11,27	5,69 ± 0,04
8.	<i>Wendlandia glabrata</i> DC.	Lotrok/ lotro	Kasar dengan celah/retakan	54,95 ± 1,02	153,33 ± 5,77	5,77 ± 0,04
9.	-	Mundilan	Kasar tanpa celah/retakan	61,74 ± 1,06	79,44 ± 4,19	5,38 ± 0,04
10.	-	Pangpung	Kasar tanpa celah/retakan	57,57 ± 15,79	104,29 ± 15,07	5,86 ± 0,09
11.	<i>Lithocarpus elegans</i> (Bl.) Hatus. ex Soepadmo	Pasang kletak/ pasang abang	Kasar tanpa celah/retakan	45,55 ± 10,77	83,52 ± 33,06	5,28 ± 0,31
12.	-	Pesek	Kasar dengan celah/retakan	31,20 ± 3,70	126,30 ± 32,78	5,85 ± 0,31
13.	<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & De Vr.	Pinus	Kasar dengan celah/retakan yang dalam	8,03 ± 4,31	59,81 ± 6,28	5,05 ± 0,35
14.	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Puspa	Kasar dengan celah/retakan	34,54 ± 15,77	68,06 ± 6,36	5,59 ± 0,07
15.	<i>Castanopsis argentea</i> Blume	Sarangan	Kasar tanpa celah/retakan	58,59 ± 1,43	106,73 ± 6,31	5,42 ± 0,08
16.	-	Sengganen	Kasar dengan celah/retakan	59,93 ± 1,08	110,86 ± 48,98	5,37 ± 0,06
17.	<i>Engelhardtia spicata</i> Blume	Sowo	Kasar dengan celah/retakan	51,36 ± 1,43	87,69 ± 10,67	5,39 ± 0,04

Penggolongan tekstur kulit batang menurut (Mistry, 1998)

Tabel 2. menunjukkan tekstur kulit batang terbanyak adalah kasar tanpa celah/retakan (8 jenis) dan hanya 1 jenis pohon kulit batangnya kasar dengan celah/retakan yang dalam. Tekstur kulit batang yang halus misalnya pada *A. decurrens* (Gambar 2.a.) sedangkan yang kasar dengan celah/retakan yang dalam pada *P. merkusii* (Gambar 2.f.). Kulit batang yang kasar dengan celah dan retakan menyediakan mikrohabitat yang bervariasi bagi *lichen* (Zárate-Arias *et al.*, 2019). Menurut Mezaka *et al.* (2008), celah dan retakan tidak mempengaruhi keanekaragaman jenis *lichen* tetapi menurut Käffer *et al.* (2016), tekstur kulit batang mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan *lichen*. Kulit batang dengan celah dan retakan yang dalam memiliki kemampuan untuk menjaga kelembaban substrat dalam waktu yang cukup lama sehingga memberi keuntungan untuk pertumbuhan *lichen* (Mezaka *et al.*, 2008). Pada penelitian ini, celah dan retakan yang dalam pada kulit batang *P. merkusii* tidak hanya ditumbuhi *lichen* tetapi juga oleh Bryophyta (Gambar 3.f.).

*E. lithosperma* memiliki kulit batang yang halus dengan duri berbentuk kerucut yang bagian ujungnya berwarna hitam mengkilap dan pangkalnya menggelembung (Gambar 2.b.). Duri tersebut tampak lebih besar daripada duri pada *E. poeppigiana* dan menyerupai duri berkayu (*woody thorn*) pada *Hura crepitans* pada penelitian Morris & Jansen (2017). Bagian pangkal duri *E. lithosperma* masih dapat ditumbuhi *crustose lichen* sedangkan bagian ujung durinya tidak karena tekstur permukaan ujung duri yang licin (Gambar 3.a.).

Pada penelitian ini tekstur yang kasar dengan celah/retakan dijumpai pada kulit batang *W. glabrata*, *S. wallichii* dan *E. spicata*. Tekstur yang kasar atau dengan celah/retakan < 1 cm lebih mudah dikolonisasi karena propagul *lichen* lebih mudah terperangkap kemudian

berkembang daripada tekstur yang halus (Buba & Danmallam, 2019; Shukla *et al.*, 2014). Kulit batang *P. merkusii* memiliki kedalaman celah/retakan > 2 cm. Celah/retakan yang dalam menyebabkan kulit batang tidak stabil dan rapuh sehingga mudah mengelupas (Mistry, 1998). Menurut Shukla *et al.* (2014), kulit batang yang mengelupas seperti pada *P. roxburghii* sulit ditumbuhi *lichen*.

Tekstur kulit batang yang halus memiliki struktur yang lebih kuat dengan lapisan *inner* dan *outer bark* yang tipis (Mistry, 1998). Tekstur yang halus lebih mudah ditumbuhi *crustose lichen* karena tipe tersebut memiliki perlekatan yang erat pada substrat (perlekatannya di seluruh permukaan bawah talus). Pada penelitian ini, *crustose lichen* dapat dijumpai pada 3 jenis kulit batang yang teksturnya halus (Tabel 1.). Menurut Shukla *et al.* (2014), *Graphidaceae* adalah salah satu golongan *crustose lichen* yang menunjukkan preferensi pada tekstur kulit batang yang halus.

Kulit batang yang halus *E. lithosperma* lebih banyak ditumbuhi *crustose* daripada *foliose* dan *fruticose* (Gambar 3.c.) sedangkan kulit batang yang kasar dengan dan tanpa celah/retakan lebih banyak ditumbuhi *foliose lichen* (Gambar 3.d. dan e.). *Foliose lichen* lebih mudah tumbuh pada tekstur yang kasar karena *rhizine* yang digunakan untuk melekat pada substrat lebih mudah melakukan penetrasi permukaan yang kasar daripada yang halus atau kasar dengan celah/retakan yang dalam.

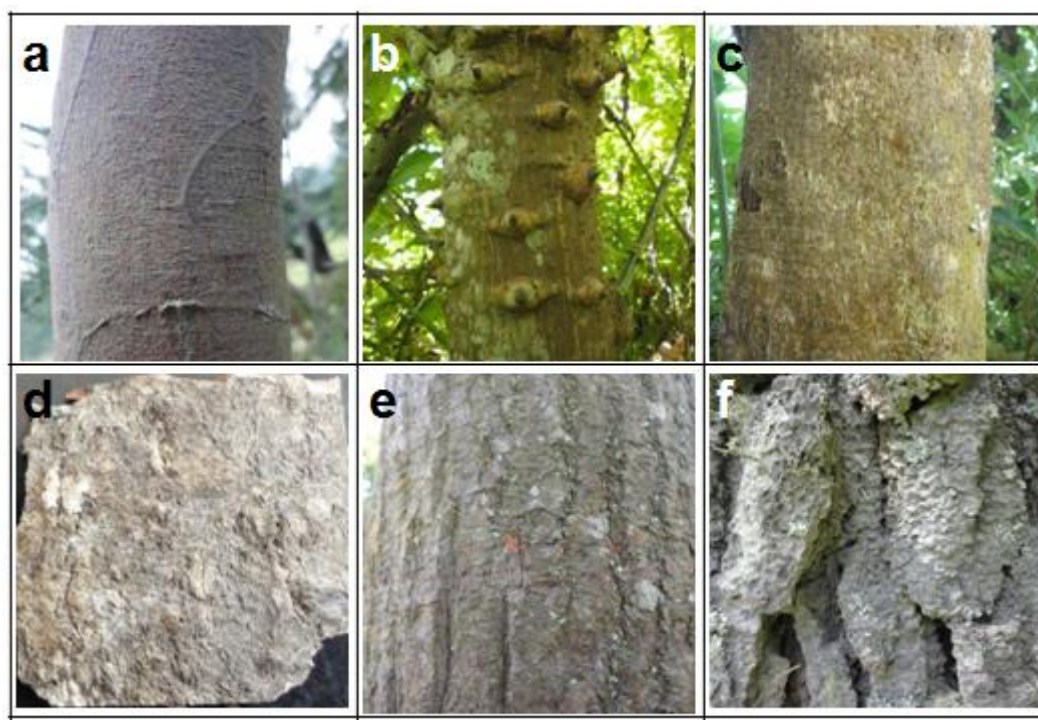
Pada satu jenis pohon yang sama, tekstur kulit batang berkaitan erat dengan umur pohon. Tekstur kulit batang menjadi lebih kasar sebanding dengan bertambahnya umur pohon (Sujalu *et al.*, 2015). Kulit batang (*bark*) tersusun atas *inner bark* (floem sekunder) dan *outer bark* (jaringan gabus). Perubahan tekstur terjadi akibat pertumbuhan sekunder batang yaitu aktivitas



kambium gabus/ *felogen* menghasilkan sel-sel gabus/ *felem* yang mati ke arah luar (*rhytidome*) dan parenkim gabus/ *feloderm* ke arah dalam; serta kambium vaskuler menghasilkan floem ke arah luar (*inner bark*) (Morris & Jansen, 2016). *Outer bark* yang tebal menyebabkan tekstur kulit batang tampak kasar seperti pada *L. elegans* dan *G. arborescens* (Gambar 1.c. dan d.). Pertumbuhan sekunder menyebabkan lapisan *felem* (sel mati) terdesak ke arah luar dan lama kelamaan menimbulkan retakan. Pada lapisan *felem* inilah dijumpai celah/retakan seperti yang tampak pada permukaan kulit batang *E. spicata* dan *P. merkusii* (Gambar 1.e. dan f.).

Perlekatan *corticolous lichen* pada substrat umumnya hanya mencapai lapisan *felem* pada *outer bark* saja sehingga tidak berdampak negatif terhadap pertumbuhan inangnya (Favero-Longo & Piervittori, 2010). Namun ketiga tipe *lichen* memiliki

perlekatan yang berbeda terhadap substrat. *Crustose* tidak memiliki lapisan korteks bawah sehingga hifa dari bagian medula melekat langsung pada permukaan substrat yang kontak dengan medula. Hifa tersebut tumbuh di dalam substrat sehingga perlekatannya dengan substrat erat tetapi penetrasi hifanya dangkal. *Foliose* melekat dengan *rhizine* yang terletak di tepi talus. *Rhizine* mampu menembus *felem* lebih dalam daripada hifa *crustose* dan membentuk hipotalus di permukaan substrat. *Fruticose* melekat dengan *holdfast* sehingga hifa yang melakukan penetrasi ke substrat lebih sedikit jumlahnya daripada *crustose* dan *foliose* (Ahmadjian & Hale, 1973; Shukla *et al.*, 2014). Meskipun hifa yang melakukan penetrasi sedikit tetapi penetrasi *holdfast* dapat mencapai lapisan korteks dan kambium misalnya pada *Usnea* dan *Ramalina* (Favero-Longo & Piervittori, 2010).



Gambar 2. Tekstur kulit batang pohon inang *corticolous lichen* menunjukkan tektur yang halus pada *A. decurrens* (a); halus dengan duri pada *E. lithosperma* (b); kasar tanpa celah/ retakan pada *L. elegans* (c) dan *G.*



*arborescens* (d); kasar dengan celah/ retakan pada *E. spicata* (e); kasar dengan celah/ retakan yang dalam pada *P. merkusii* (f)

### Kelembaban substrat (*moisture content*) dan kapasitas menyimpan air (*bark storage capacity*)

Tabel 2. menunjukkan kelembaban substrat dan kapasitas menyimpan air yang bervariasi pada tiap jenis pohon inang. Menurut Ilek *et al.* (2017), kapasitas menyimpan air bervariasi tergantung jenis pohonnya dikarenakan perbedaan struktur anatomi kulit batang. Kapasitas menyimpan air juga berkaitan erat dengan tekstur permukaan substrat (*outer bark*), yang sebanding dengan usia pohon (Ilek *et al.*, 2017; Mistry, 1998).

Tekstur kulit batang (*outer bark*) yang halus dapat lebih mempertahankan air akibat transpirasi daripada kulit batang yang berpori dan tebal (Mistry, 1998). Pada penelitian ini, *C. junghuhniana* dan *E. lithosperma* yang memiliki kulit batang bertekstur halus dan keduanya menunjukkan kapasitas menyimpan air yang tinggi (Tabel 2.). *P. merkusii* yang memiliki kulit batang bertekstur kasar dengan celah/ retakan yang dalam dan menunjukkan kapasitas menyimpan air yang rendah (Tabel 2.).

Struktur kulit batang dengan *inner bark* yang tebal dapat menyimpan air lebih banyak daripada *outer bark* yang tebal karena jaringan yang hidup pada *inner bark* memiliki kemampuan menyimpan air yang lebih besar daripada sel-sel gabus yang mati pada *outer bark* (Ilek *et al.*, 2017; Morris & Jansen, 2016). Hal yang berbeda dijumpai pada penelitian ini yaitu *W. glabrata* yang memiliki kulit batang kasar dengan celah/ retakan menunjukkan kapasitas menyimpan air tertinggi (153,33 %). Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran ketebalan kulit batang sehingga ketebalan *inner bark* *W. glabrata* tidak diketahui. Meskipun kulit batang tampak kasar dengan celah/ retakan (*outer bark*), tetapi jika *inner bark*-nya juga tebal maka *inner bark* lebih berkontribusi

dalam menentukan tingginya kapasitas menyimpan air (Ilek *et al.*, 2017).

Selain tekstur dan struktur kulit batang, faktor lain yang mempengaruhi kapasitas menyimpan air adalah porositas (Brodo, 1973; Hale, 1974). *A. decurrens* memiliki kulit batang yang tipis dan lunak sedangkan *P. merkusii* tebal dan keras. Kulit batang yang lunak dan halus (*outer bark*) sebenarnya memiliki kapasitas menyimpan air yang tinggi (Ilek *et al.*, 2017) seperti pada *E. lithosperma* (Tabel 2.). Kapasitas menyimpan air yang rendah pada *A. decurrens* dapat disebabkan karena *outer bark* tipis hanya menyediakan sedikit ruang untuk absorpsi dari permukaan kulit batang. Kulit batang yang tebal seharusnya memiliki kapasitas menyimpan air yang lebih tinggi (Levia & Wubbena, 2020) tetapi kulit batang *P. merkusii* yang tebal memiliki struktur yang keras. Struktur kulit batang yang keras kurang dapat menyimpan air karena porositasnya rendah.

Pada penelitian Snell & Keller (2003), kapasitas kulit batang menyimpan air *Fraxinus americana* 87 % ± 33 %, *Liriodendron tulipifera* 116 % ± 31 %, *Pinus strobus* 108 % ± 18 %, *Acer rubrum* 108 % ± 18 %, *Quercus alba* 80 % ± 25 %. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, maka kapasitas menyimpan air sebagian besar jenis pohon inang *lichen* di Bukit Bibi cenderung lebih tinggi. Kapasitas menyimpan air berpengaruh terhadap distribusi *Parmelia caperata* (Brodo, 1973). *P. caperata* adalah salah satu *foliose lichen* yang dijumpai di Bukit Bibi (Susilawati, 2017).

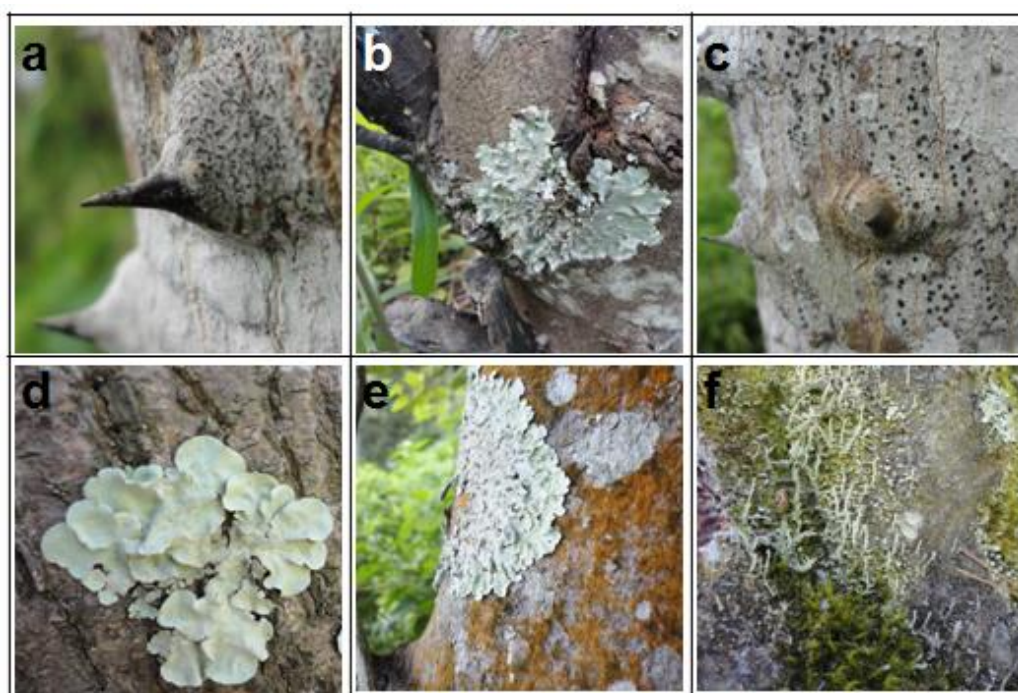
Pada penelitian ini, batang *A. decurrens* hanya dikolonisasi *lichen* pada bagian pangkal < 50 cm dari permukaan tanah karena terkait ketersediaan air dan tekstur. Menurut Levia & Wubbena (2020), kapasitas menyimpan air sebatang pohon bervariasi secara vertikal yaitu pada bagian

dekat pangkal menunjukkan kapasitas menyimpan air 2 kali lebih besar daripada bagian dekat ujung batang. Kapasitas menyimpan air yang lebih tinggi pada bagian dekat pangkal batang disebabkan karena tekstur kulit batang yang lebih kasar. Tekstur yang kasar menyediakan ruang pori dalam kulit batang yang luas untuk diisi air.

Pada Tabel 2. rerata kelembaban substrat tertinggi ditunjukkan *E. lithosperma* (63,18 %) sedangkan kelembaban terendah ditunjukkan *P. merkusii* (8,03 %). Kelembaban substrat menggambarkan kondisi ketersediaan air pada saat pengambilan sampel sehingga hasilnya sangat berfruktuasi tergantung kelembaban, suhu dan intensitas cahaya saat pengambilan sampel (Ilek *et al.*, 2017). Kelembaban substrat yang terukur pada semua jenis kulit pohon lebih rendah daripada kapasitas

menyimpan airnya (Tabel 2.). Hal yang serupa juga dijumpai oleh Ilek *et al.* (2017). Misalnya pada *C. junghuhniana*, kulit batang yang disampling hanya menyimpan sekitar 10% air dari kapasitas totalnya menyimpan air.

Kelembaban substrat juga berkaitan dengan tekstur kulit batang. Pada kulit batang yang halus seperti pada *A. decurrens* kecepatan transpirasi rendah karena permukaan kulit batangnya memiliki pori-pori yang lebih kecil (Gambar 2.a. dan b.). Pada kulit batang yang kasar seperti *E. spicata* porositasnya lebih tinggi namun kecepatan transpirasinya juga tinggi karena pori-pori permukaannya yang lebih besar (Gambar 2.f.). Hal tersebut menyebabkan kelembaban pada *A. decurrens* lebih tinggi daripada *E. spicata*.



Gambar 3. Pertumbuhan *lichen* pada kulit batang inangnya menunjukkan *crustose lichen* di pangkal duri *E. lithosperma* (a); *foliose lichen* pada kulit batang yang kasar tanpa celah/ retakan di bagian percabangan batang *A. decurrens* (b); *crustose lichen* mendominasi kulit batang *E. lithosperma* (c); *foliose lichen* pada kulit batang kasar dengan celah/retakan *E. spicata* (d); *foliose lichen* pada kulit batang kasar tanpa celah/ retakan *L. elegans* (e); *Cladonia* dan Bryophyta di celah/ retakan *P. merkusii* (f)

## pH kulit batang

Tabel 2 menunjukkan rerata pH yang bervariasi pada semua jenis pohon inang. Rerata pH terendah yaitu 5,05 pada *P. merkusii* sedangkan rerata tertinggi 5,89 pada *E. lithosperma*. Rerata pH yang terukur pada semua jenis pohon tergolong asam (0 – 6,0) menurut Käffer *et al.* (2016). Karena kisaran pH substrat 5 – 6, maka komunitas *lichen* tersebut tergolong dalam *lichen* yang memiliki kebutuhan pH substrat yang asam (*acidophilous*). Pada penelitian Marmor & Randlane (2007), pH kulit batang pohon inang *lichen* juga tergolong asam dengan kisaran pH 3,8 – 5,7. Pada penelitian Spier *et al.* (2010), kisaran pH inang adalah 4,07 – 6,38 (*nitrophytes* dan *acidophytes*) dan terdapat perbedaan pH yang signifikan antar pohon inang.

pH berkaitan dengan akumulasi kalsium dan magnesium pada kulit batang (Cekstere & Osvalde, 2015). Kulit batang yang asam, akumulasi kalsium karbonat biasanya rendah. Kulit batang asam misalnya sebagian besar pohon konifer (*Pinus strobus*) sedangkan pada penelitian ini misalnya *P. merkusii* dan *C. junghuhniana*. Kulit batang basa (*base-rich*), akumulasi kalsium karbonat biasanya tinggi, misalnya *maple* dan *cottonwoos trees*. Pada umumnya, kulit batang memiliki pH yang cenderung asam karena tersusun atas jaringan mati. Komunitas *lichen* di hutan tropis menunjukkan kecenderungan menyukai kulit batang yang asam tersebut Mistry & Berardi (2005). Menurut Dobson (1992), jenis *lichen* yang ditemukan di kulit batang yang asam diantaranya *Parmelia caperata*, *P. reticulata*, *P. perlata*, *Pertusaria*, *Usnea florida*, *U. subfloridana* dan *U. filipendula*. Jenis-jenis tersebut juga dijumpai di Bukit Bibi (Susilawati, 2017).

pH kulit batang juga sangat dipengaruhi pencemaran udara (Cekstere & Osvalde, 2015; Marmor & Randlane, 2007). Penelitian ini dilakukan di Bukit Bibi yang

termasuk dalam zona rimba TNGM sehingga jauh dari aktivitas pencemaran udara. Di area yang jauh dari pencemaran udara, pH kulit batang yang terukur lebih rendah, misalnya area hutan dan pedesaan (Cekstere & Osvalde, 2015). Di area yang mengalami pencemaran udara, partikel debu pencemar terperangkap dan terakumulasi di *rhytidome* kemudian menyebabkan perubahan pH dan nutrien. Gas SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dapat menurunkan pH kulit batang dan menurunkan keanekaragaman jenis *lichen* (Marmor & Randlane, 2007).

pH sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis *lichen*. Komunitas *lichen* pada kulit batang yang netral (*Ulmus glabra* dan *U. leavis*) berbeda dengan yang asam (*Quercus robur* dan *Tilia cordata*). Penutupan oleh Bryophyta menurunkan keanekaragaman jenis *lichen* dan menyebabkan kenaikan pH substrat (Juriado *et al.*, 2009). Komunitas *lichen* di Bukit Bibi juga menunjukkan hal yang demikian. Inang yang ditumbuhi Bryophyta biasanya sulit untuk dikolonisasi *lichen*. Hanya beberapa jenis saja yang ditemukan tumbuh bersama Bryophyta diantaranya *Cladonia* (Gambar 3.f).

Hal yang berbeda disampaikan Spier *et al.* (2010) bahwa perbedaan komunitas *lichen* lebih dipengaruhi oleh faktor usia pohon, tekstur dan kapasitas kulit batang menyimpan air daripada pH. Pengaruh pH terhadap komunitas *lichen* sangat terbatas hanya pada jenis-jenis tertentu misalnya *Lecanora carpinea* dan *Ramalina fraxinea* (Marmor & Randlane, 2007).

## SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Pohon inang *corticolous lichen* di Bukit Bibi ada 17 jenis. Karakteristik kulit batang yang bervariasi yaitu tekstur halus sampai kasar dengan celah/ retakan yang

dalam; kelembaban substrat antara 8,03% - 63,18%; kapasitas menyimpan air antara 56,06% - 153,33%; dan pH antara 5,05 - 5,89. Pada penelitian tujuan penelitian hanya dibatasi mendeskripsikan karakteristik kulit batang pohon sedangkan pengaruh karakteristik kulit batang tersebut terhadap keanekaragaman jenis, distribusi dan

kemelimpahan *lichen* sangat penting dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan pada Kepala Balai Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM) dan staf-stafnya yang telah memberikan ijin dan membantu pelaksanaan penelitian ini di lapangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadjian, V., & Hale, M. E. 1973. *The Lichens*. Academic Press Inc.
- Buba, T., & Danmallam, B. A. 2019. Effects of Tree Size and Bark Roughness of *Parkia Biglobosa* on Lichen Colonization in Amurum Forest Reserve: Implication for Conservation. *Science Forum (Journal of Pure and Applied Sciences)*. 17(0): 73–83.
- Brodo, I.M. 1973. Substrate Ecology. *The Lichens*. Edited by V. Ahmadjian and M.E. Hale. Academic Press. New
- Budiman, Kristianto, F., & Sumarso. 2016. Diversitas dan Karakter Kulit Batang Pohon Inang Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lind.) di Kawasan Cagar Alam Kersik Luway. *J-Pal*. 7(1): 11–14.
- Cekstere, G., & Osvalde, A. 2015. Chemical composition of Scots pine bark as a bioindicator of environmental quality in Riga, Latvia. *PROCEEDINGS OF THE LATVIAN ACADEMY OF SCIENCES. Section B. 3*: 87–97.
- Dobson, F.F. 1992. *Lichen: an Illustrated to the British and Irish Species*. The Richmond Publishing Co. Ltd. England
- Favero-Longo, S. E., & Piervittori, R. 2010. Lichen-plant interactions. *Journal of Plant Interactions*. 5(3): 163–177.
- Hale, M.E. 1974. *The Biology of Lichens*. 2nd ed. Edward Arnold Publishers Ltd. London.
- Ilek, A., Kucza, J., & Morkisz, K. 2017. Hydrological properties of bark of selected forest tree species. Part 2: Interspecific variability of bark water storage capacity. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. 59(2): 110–122.
- Irfan, M., Aminatun, T., & Ratnawati. 2014. Karakteristik pohon inang sebagai substrat bryopsida epifit pada berbagai jenis area di hutan alam turgo, hargobinangun, pakem, kabupaten sleman. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*. 7(6): 428–434.
- Johnsen, I., & Søchting, U. 1973. Influence of Air Pollution on the Epiphytic Lichen Vegetation and Bark Properties of Deciduous Trees in the Copenhagen Area. *Oikos*. 24(3): 344–351.
- Joshi, Y., Tripathi, M., Jinnah, Z., Bisht, K., & Upreti, D. K. 2016. Host specificity of epiphytic macrolichens: a case study of Jageshwar forest (Uttarakhand) India. *Tropical Ecology*. 57(1): 1–8.
- Juriado, I., Liira, J., Paal, J., & Suija, A. 2009. Tree and stand level variables influencing diversity of lichens on temperate broad-leaved trees in boreo-nemoral floodplain forests. *Biodivers Conserv*. 18(0): 105–125.



- Käffer, M. I., Koch, N. M., Martins, S. M. D. A., & Vargas, V. M. F. 2016. Lichen community versus host tree bark texture in an urban. *Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre*. 71(1): 49–54.
- Karunaratne, V., Bombuwela, K., Kathirgamanathar, S., & Thadhani, V. M. 2005. Lichens: A Chemically Important Biota. *J. Natn.Sci.Foundation*. 33(3): 169–186.
- Levia, D. F. J., & Wubbena, N. P. 2020. Vertical Variation of Bark Water Storage Capacity of *Pinus strobus* L . ( Eastern White Pine ) in Southern Illinois. *NORTHEASTERN NATURALIST*. 13(1): 131–137.
- Mafaza, H., Murningsih, & Jumari. 2019. Keanekaragaman Jenis Lichen di Kota Semarang. *Life Science*. 8(1): 10–16.
- Marmor, L., & Randlane, T. 2007. Effects of road traffic on bark pH and epiphytic lichens in Tallinn Effects of road traffic on bark pH and epiphytic lichens in Tallinn. *Folia Cryptog. Estonica, Fasc. 43(0)*: 22–38.
- Mezaka, A., Brumelis, G., & Piterans, A. 2008. The distribution of epiphytic bryophyte and lichen species in relation to phorophyte characters in Latvian natural old-growth broad leaved forests. *Folia Cryptogamica Estonica*. 44(0): 89–99.
- Mistry, J. 1998. Corticolous Lichens as Potential Bioindicators of Fire History: A Study in the Cerrado of the Distrito Federal , Central Brazil. *Journal of Biogeography*. 25(3): 409–441.
- Mistry, J. & Berardi, A. 2005. Effects of phorophyte determinants on lichen abundance in the *cerrado* of central Brazil. *Plant Ecol*. 178: 61–76.
- Morris, H., & Jansen, S. 2016. *Bark: its anatomy , function and diversity*. INTERNATIONAL DENDROLOGY SOCIETY.
- Muhammad, B. A., & Pamuji, A. C. 2011. Tipe Morfologi dan Anatomi Kulit Batang Pohon Inang Anggrek Epifit di Petak 5 Bukit Plawangan, Taman Nasional Gunung Merapi. *Seminar Nasional HUT Kebun Raya Cibodas Ke-159, April 2011*, 253–258.
- Muslim, & Hasairin, A. 2018. Eksplorasi Lichenes pada Tegakan Pohon di Area Taman Margasatwa (Medan Zoo) Simalingkar Medan Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*. 4(3): 145–153.
- Rahayu, R. C., & Roziaty, E. 2018. Studi Lichen pada Berbagai Tumbuhan Inang di Kecamatan Laweyan, Kota Surakarta. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek III*, 338–344.
- Rosabal, D., Burgaz, A. R., & Reyes, O. J. 2013. Substrate preferences and phorophyte specificity of corticolous lichens on five tree species of the montane rainforest of Gran Piedra, Santiago de Cuba. *The Bryologist*. 116(2): 113–121.
- Roziaty, E. 2016. Identifikasi Lumut Kerak ( Lichen ) Di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Proceeding Biology Education Conference*. 13(1): 770–776.
- Sevgi, E., Yilmaz, O. Y., Özyiğitoğlu, G. Ç., Tecimen, H. B., & Sevgi, O. 2019. Factors Influencing Epiphytic Lichen Species Distribution in a Managed Mediterranean *Pinus nigra* Arnold Forest. *MDPI Journal Diversity*. 11: 1-21.
- Shukla, V., Upreti, D. K., & Bajpai, R. 2014. *Lichens to Biomonitor the Environment*. Springer.
- Snell, K. L., & Keller, H. W. 2003. Vertical distribution and assemblages of corticolous myxomycetes on five tree species in the Great Smoky Mountains National Park. *Mycological Society of America*. 95(4): 565–576.
- Spier, L., Van Dobben, H., & Van Dort, K. 2010. Is bark pH more important than tree species in determining the composition of nitrophytic or acidophytic lichen floras? *Environmental Pollution*. 158(12): 3607–3611.



- Sujalu, A. P., Hardwinarto, S., Boer, C., & Sumaryono. 2015. Identifikasi Pohon Inang Epifit di Hutan Bekas Tebangan pada Dataran Rendah Daerah Aliran Sungai (DAS) Malinau. *JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*. 1(1): 1–6.
- Susantyo, J. M. 2011. *Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan di Kawasan Taman Nasional Gunung Merapi*.
- Susilawati, P. R. 2017. Fruticose dan Foliose Lichen di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Penelitian*. 21(1): 12–21.
- Wardiah, & Nurhayati. 2013. Karakterisasi Lichenes di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biologi Edukasi*. 5(2): 92–95.
- Zárate-Arias, N., Moreno-Palacios, M., & Torres-Benitez, A. 2019. Diversity, phorophyte specificity and microenvironmental preferences of corticolous lichens in a sub-Andean forest in the Centro region of Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 43(169): 737–745.

# Keanekaragaman Dan Kelimpahan Gulma Pada Tumpangsari Jagung Manis Dengan Kacangan

## *Diversity and Abundance of Weeds in Intercropping of Sweet Corn + Leguminosae*

Agus Nugroho Setiawan\*, Sarjiyah

Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

\*Email: agusns @umy.ac.id

Paper submit: 3 Mei 2020, paper publish: September 2021

**Abstract** – Sweet corn is an important crop for Indonesia, generally planted monoculture with a wide spacing that causes a lot of weeds. Weed control is mostly done manually or chemically with low effectiveness and efficiency. One potential method for controlling weeds is intercropping. Plants that are suitable for intercropping with sweet corn are beans, which have a different character from sweet corn. The research aims to examine the effect of legumes on microclimates, diversity and abundance of weeds, and obtain effective legumes to suppress weeds. The research was conducted using a single factor experimental design that arranged in a randomized complete block design with 3 blocks as replications. The treatments tested were 5 types of beans consisting as peanuts, soybeans, cowpea, kidney beans and mungbeans, as well as planting sweet monoculture corn as a control. Weed observations were carried out by vegetation analysis with 5 sample plots per treatment. The results of the research showed that there were 33 species of weeds grown on sweet corn + legum intercropping, dominated by sedges and broad leaves weeds, there are *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Physallis angulata* and *Phyllanthus niruri*; all types of beans in intercropping can suppress the growth of weeds, with the highest ability to suppress weeds is cowpea; and the presence of legumes as intercropping among sweet corn on intercropping does not reduce the yield of sweet corn.

**Keywords:** Diversity, Intercropping, Leguminosae, Sweet corn, Weed

**Abstrak** – Jagung manis merupakan tanaman penting bagi Indonesia, umumnya ditanam secara monokultur dengan jarak tanam lebar yang menyebabkan banyak gulma. Pengendalian gulma kebanyakan dilakukan secara manual atau kimiawi yang efektivitas dan efisiensinya rendah. Salah satu metode yang potensial untuk mengendalikan gulma adalah tumpangsari. Tanaman yang sesuai untuk ditumpangsarikan dengan jagung manis adalah kacang, yang mempunyai karakter berbeda dengan jagung manis. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh jenis kacang terhadap mikroklimat, keanekaragaman dan kelimpahan gulma, serta mendapatkan jenis kacang yang efektif untuk menekan gulma. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan percobaan faktor tunggal yang disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 3 blok sebagai ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah jenis kacang yang terdiri atas 5 jenis yaitu kacang tanah, kedelai, kacang tunggak, kacang merah dan kacang hijau, serta penanaman jagung manis monokultur sebagai pembanding. Pengamatan gulma dilakukan dengan analisis vegetasi dengan 5 petak sampel setiap petak perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma yang tumbuh pada tumpangsari jagung manis+kacangan sebanyak 33 jenis, didominasi oleh gulma tekian dan daun lebar, yaitu *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Physallis angulata* dan *Phyllanthus niruri*; semua jenis kacang pada tumpangsari mampu menekan pertumbuhan gulma, dengan kemampuan menekan gulma yang paling tinggi yaitu kacang tunggak; dan keberadaan kacang sebagai tanaman sela di antara jagung manis pada tumpangsari tidak menurunkan hasil jagung manis.

**Kata Kunci:** Gulma, Jagung Manis, Kacangan, Keanekaragaman, Tumpangsari

## PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dikembangkan di Indonesia, karena

memiliki kandungan gizi yang baik bagi tubuh. Produktivitas jagung manis di Indonesia relatif masih rendah, berkisar antara 14–18 ton/ha (Wibowo *et al.*, 2017;

Shamsabadi *et al.*, 2017; Cahya dan Herlina, 2018).

Budidaya jagung manis di Indonesia pada umumnya belum efisien dalam penggunaan sumber daya alam. Jagung manis mempunyai habitus yang tinggi, dengan daun berbentuk pita dan jumlah daun yang terbatas karena mempunyai pola pertumbuhan *determinate*. Selain itu, jagung manis pada umumnya ditanam menggunakan sistem tanam tunggal (*solecrop*), dengan jarak tanam lebar. Karakteristik dan sistem tanam tersebut menyebabkan kemampuan tajuk jagung manis dalam menangkap cahaya menjadi terbatas, sehingga banyak cahaya yang tidak tertangkap oleh tajuk tanaman dan sampai di permukaan tanah. Cahaya mengandung energi panas yang dapat menyebabkan lengas tanah mudah menguap ke atmosfer sehingga menurunkan kadar lengas tanah. Selain itu, cahaya yang sampai ke permukaan tanah dapat menstimulir propagul gulma berkecambah, tumbuh dan berkembang menjadi individu dewasa yang menyebabkan kerugian bagi jagung manis. Kehilangan hasil pertanian yang disebabkan oleh gulma hampir setara dengan resiko serangan hama dan penyakit (Nurlaili, 2010). Gulma yang tumbuh pada awal pertumbuhan sampai menjelang panen akan mengurangi kuantitas dan berpengaruh terhadap kualitas hasil (Hendriwal *et al.*, 2014). Pengendalian gulma umumnya dilakukan secara mekanis dengan penyiangan dan kimiawi dengan penyemprotan herbisida, namun banyak kelemahannya (Dharma *et al.*, 2015; Marliah *et al.*, 2010).

Pengendalian gulma dan peningkatan produktivitas lahan serta hasil jagung manis dapat dilakukan dengan pertanaman ganda dalam bentuk tumpangsari (*intercropping*). Tumpangsari merupakan bentuk pola tanam yang membudidayakan tanaman lebih dari satu pada lahan dan waktu yang sama yang di

atur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman (Hendroatmodjo, 2009). Pola tanam tumpangsari memberikan keuntungan antara lain meningkatkan efisiensi tenaga kerja, pemanfaatan lahan dan penyerapan sinar matahari (Kermah *et al.*, 2017), dalam jangka pendek dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil, serta keberlanjutan ekosistem dalam jangka panjang (Mal'ezieux *et al.*, 2009), menghasilkan stabilitas hasil yang tinggi (Hunady and Hochman, 2014), dapat menekan kehilangan air tanah akibat penguapan (Rahman *et al.*, 2017), penggunaan sumber daya cahaya, air dan hara lebih efisien (Hunady and Hochman, 2014), dapat menekan kepadatan dan biomassa gulma (Sharma & Banik, 2013, Widaryanto, 2017), meningkatkan nisbah penggunaan lahan serta menurunkan akumulasi nitrat tanah (Zhang *et al.*, 2015), menurunkan serangga hama dan meningkatkan populasi serangga berguna (Smith and Liburd, 2018), dan meningkatkan pendapatan petani (Rizal *et al.*, 2016).

Kacangan (*Leguminosae*) mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai tanaman sela dalam tumpangsari dengan jagung manis karena mempunyai bentuk pertumbuhan perdu, termasuk tanaman C<sub>3</sub> dengan kebutuhan cahaya lebih sedikit, dan perakaran dangkal sehingga potensi tingkat kompetisi dengan jagung manis rendah. Selain itu, kacang mempunyai kemampuan bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen dari atmosfer sehingga tidak membutuhkan pupuk nitrogen. Kacang juga mempunyai jumlah daun yang banyak sehingga potensi menangkap cahaya matahari yang tidak tertangkap oleh tajuk jagung manis lebih besar sehingga dapat mengurangi penguapan lengas tanah dan mampu menekan pertumbuhan gulma.

Penelitian tentang tumpangsari jagung manis sudah banyak dilakukan dengan berbagai jenis tanaman kacang, namun

dilakukan secara parsial dan belum memberikan informasi jenis kacang yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengkaji pengaruh jenis kacang terhadap kondisi mikroklimat (di dalam dan di atas tanah,) dan keanekaragaman serta kelimpahan gulma, serta mendapatkan jenis kacang yang mampu menghasilkan produktivitas lahan tertinggi pada tumpangsari jagung manis+kacang.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk membantu petani dalam meningkatkan produktivitas lahan melalui sistem tumpangsari jagung manis+kacang, serta memberikan informasi jenis kacang yang efektif dan efisien untuk ditumpangsarikan dengan jagung manis.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2019 selama 6 bulan. Pengamatan dilakukan di lapangan dan Laboratorium Produksi Tanaman UMY. Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah benih jagung manis, kacang tanah, kedelai, kacang hijau, kacang tunggak, dan benih kacang merah.

Penelitian dilakukan menggunakan metode percobaan lapangan dengan rancangan perlakuan faktor tunggal yang disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 3 blok sebagai ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah jenis kacang yang terdiri dari 5 jenis yaitu kacang tanah, kedelai, kacang hijau, kacang tunggak, dan kacang merah. Selain itu juga dilakukan penanaman jagung manis dan kacang secara monokultur sebagai pembanding.

Penanaman jagung manis dan kacang dilakukan dengan tugal, satu minggu setelah pengolahan tanah selesai dengan arah barisan utara-selatan. Kedua jenis tanaman ditanam secara bersamaan dengan kedalaman lubang

tanam 3 cm. Jarak tanam jagung manis tumpangsari dan monokultur adalah 75 cm x 25 cm, sedangkan jarak tanam kacang monokultur 25 cm x 25 cm, dan jarak tanam kacang dalam tumpangsari adalah 25 cm dengan 3 baris kacang ditanam di antara barisan jagung manis.

Pengamatan dilakukan terhadap intensitas cahaya di bawah tajuk kacang (di atas permukaan tanah), dan kadar lengas tanah yang dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah pada petak setiap petak perlakuan kemudian dikomposit dari beberapa titik pengambilan sampel tanah. Pengamatan intensitas cahaya matahari dan kadar lengas tanah dilakukan pada minggu ke-3, ke-7 dan ke-9.

Pengamatan gulma dilakukan dengan analisis vegetasi dengan mengambil petak sampel sebanyak 5 titik setiap petak perlakuan, dengan menghitung jumlah jenis, jumlah individu, kemunculan, dan biomassa gulma. Data pengamatan gulma yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung nisbah nilai penting terjumlah (*SDR*) dan koefisien komunitas (*C*).

Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan sidik ragam (*analysis of variance*) pada taraf 5%. Apabila ada pengaruh yang nyata, untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kondisi Mikroklimat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya di atas permukaan tanah pada minggu ke-3 setelah tanam pada tumpangsari jagung manis dengan kacang kedelai lebih rendah dibandingkan dengan jagung manis monokultur, sedangkan intensitas cahaya pada tumpangsari jagung manis dengan kacang tanah, kacang merah,

kacang tunggak dan kacang hijau tidak berbeda nyata dibanding dengan monokultur jagung manis, dan lebih tinggi dibanding dengan tumpangsari pada kacang lainnya (Tabel 1). Kedelai mempunyai pertumbuhan yang cepat dibanding dengan jenis kacang lainnya, dengan jumlah daun yang banyak sehingga segera dapat menutup permukaan lahan dan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang tidak tertangkap oleh tajuk jagung manis.

Intensitas cahaya pada minggu ke-9 pada tumpangsari jagung manis dengan kacang tanah, kacang kedelai, dan kacang hijau tidak berbeda nyata, namun lebih rendah dibandingkan dengan jagung manis

monokultur, sedangkan intensitas cahaya pada tumpangsari jagung manis dengan kacang kedelai dan kacang merah tidak berbeda nyata dibanding dengan monokultur jagung manis (Tabel 1).

Kedelai mempunyai pertumbuhan yang cepat namun setelah mencapai pertumbuhan yang maksimal segera mengalami penuaan daun (*senescens*), sedangkan kemampuan pertumbuhan vegetatif kacang merah terbatas, sehingga pada minggu ke-9, kemampuan tajuk kacang kedelai dan kacang merah dalam mengintersepsi cahaya matahari yang tidak tertangkap tajuk jagung manis menjadi terbatas.

Tabel 1. Intensitas cahaya di atas permukaan tanah pada minggu ke-3, ke-7 dan ke-9

Perlakuan	Intensitas Cahaya (Klux)		
	Minggu ke-3	Minggu ke-7	Minggu ke-9
Jagung manis monokultur	2.493 ab	366 a	208 a
Tumpangsari+kacang tanah	2.466 ab	65 b	58 c
Tumpangsari+kacang kedelai	1.706 c	119 b	92 abc
Tumpangsari+kacang merah	2.533 ab	249 a	150 ab
Tumpangsari+kacang tunggak	2.880 a	79 b	68 bc
Tumpangsari+kacang hijau	2.160 bc	111 b	56 c

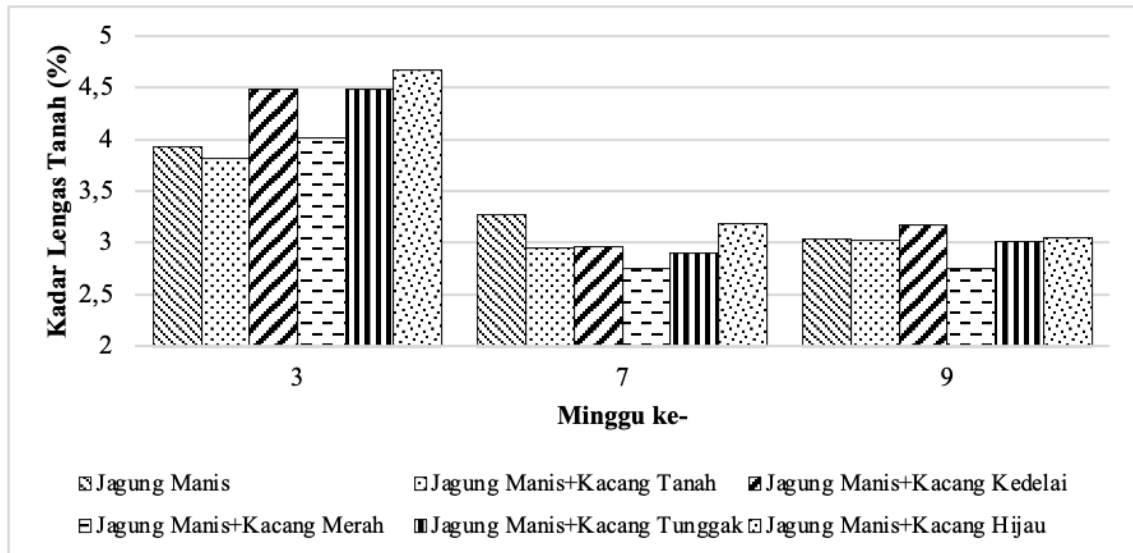
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan dengan taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lengas tanah mengalami perubahan dari minggu ke-3 sampai minggu ke-9. Kadar lengas tanah pada minggu ke-7 dan ke-9 lebih rendah dibanding dengan minggu ke-3. Pada minggu ke-3, kadar lengas tanah pada tumpangsari jagung manis+kacang relatif lebih tinggi dibanding dengan jagung manis monokultur. Pada minggu ke-7, kadar lengas tanah tumpangsari jagung manis+kacang relatif lebih rendah dibanding dengan monokultur jagung manis, sedangkan kadar lengas tanah pada minggu ke-9 pada

tumpangsari jagung manis+kacang relatif sama dengan monokultur jagung manis (Gambar 1).

Pada awal penelitian (minggu ke-3), pertumbuhan tajuk kacang relatif cepat sehingga mampu menghalangi penetrasi cahaya matahari yang tidak tertangkap oleh tajuk jagung manis. Cahaya matahari yang rendah menyebabkan kehilangan air dari dalam tanah dalam bentuk evaporasi menjadi rendah sehingga kadar lengas tanah tetap terjaga.





Gambar 1. Kadar lengas tanah pada pertanaman tumpangsari

Pada minggu ke-7 dan ke-9, kadar lengas tanah cenderung menurun seiring bertambahnya umur tanaman jagung manis dan kacang. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan air bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kebutuhan air paling besar terjadi pada masa pembungaan dan pengisian polong. Kebutuhan air akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman (Suhartono, 2008). Pada fase pembungaan dan pengisian biji tanaman jagung membutuhkan air yang cukup banyak (Pionner, 2017). Fase yang paling sensitif terhadap kekurangan air terjadi pada fase akhir perkembangan polong dan pertengahan pengisian biji (Nurhayati, 2009).

Kemampuan tanaman dalam menyerap air juga disebabkan oleh perbedaan jalur fotosintesis tanaman. Tanaman jagung manis merupakan tanaman yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_4$ , kacang merupakan tanaman yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_3$ , sedangkan gulma ada yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_3$ ,  $C_4$  dan CAM. Tanaman dan gulma yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_3$  menggunakan air lebih boros dibanding dengan tanaman dan gulma yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_4$  dan CAM. Tanaman dan

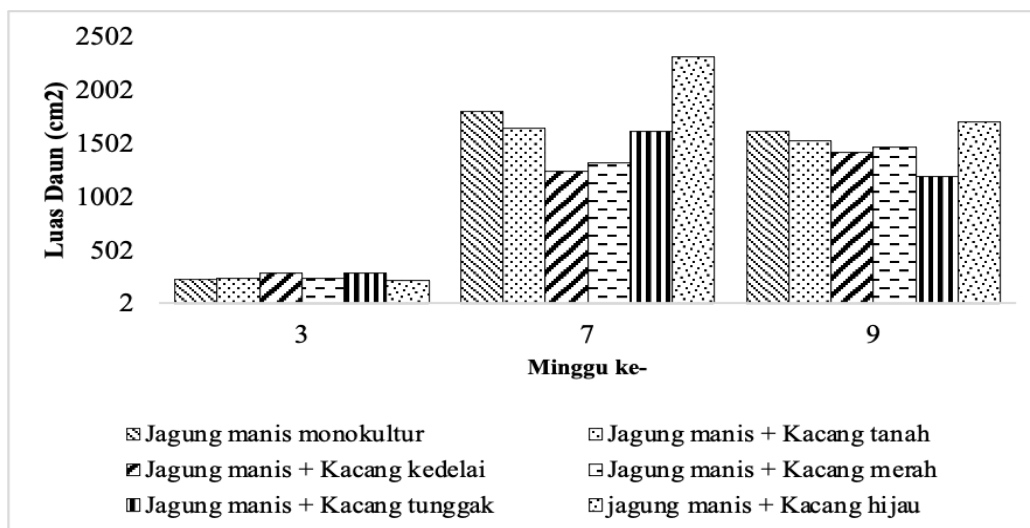
gulma yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_3$  menggunakan air sebanyak 500-1.068 g untuk menghasilkan satu gram bahan kering, tanaman dan gulma yang mengikuti jalur fotosintesis  $C_4$  kebutuhan airnya lebih efisien yaitu 250-350 g untuk membentuk satu gram bahan kering, sedangkan tanaman dan gulma yang mengikuti jalur fotosintesis CAM mampu beradaptasi pada keadaan yang kering dengan transpirasi rendah dan stomata hanya akan membuka pada saat malam hari untuk menyerap  $CO_2$  (Mangoensoekarjo & Soejono, 2015).

## 2. Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumpangsari jagung manis+kacang tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun jagung manis, namun berpengaruh terhadap luas daun kacang pada minggu ketiga, ketujuh dan kesembilan. Luas daun jagung manis pada tumpangsari dengan berbagai jenis kacang disajikan pada Gambar 2.

Luas daun jagung manis tidak terpengaruh oleh jenis kacang pada tumpangsari disebabkan oleh habitus jagung manis yang lebih tinggi dibanding kacang sehingga dapat menerima cahaya matahari secara penuh, dan sebaliknya luas daun kacang berbeda nyata karena berhubungan

dengan karakter setiap tanaman kacang yang dapat dilihat juga dari jumlah dan ukuran daunnya.



Gambar 2. Luas daun jagung manis pada sistem pertanaman tumpangsari

Pada minggu ketiga, luas daun kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tidak berbeda nyata dengan monokulturnya. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang kedelai dan kacang hijau lebih rendah dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang tanah, tetapi tidak berbeda nyata dengan tumpangsari jagung manis+kacang merah dan kacang tunggak. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tanah, kacang merah dan kacang tunggak tidak saling berbeda nyata (Tabel 2).

Pada minggu ketujuh, luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tanah, kacang kedelai, kacang merah, kacang tunggak dan kacang hijau

tidak berbeda nyata dengan monokulturnya. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang merah lebih rendah dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang tunggak dan kacang hijau, tetapi tidak berbeda nyata dengan tumpangsari jagung manis+kacang tanah dan kacang kedelai. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tunggak lebih tinggi dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang kedelai, tetapi tidak berbeda nyata dengan tumpangsari jagung manis+kacang tanah dan kacang hijau. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tanah, kacang tunggak dan kacang hijau tidak saling berbeda nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Luas Daun Tanaman Kacang (cm<sup>2</sup>)

Perlakuan	Minggu ke-3	Minggu ke-7	Minggu ke-9
K1	202,33 ab	910,78 ab	1748,78 a
K2	115,44 abc	536,11 abc	410,45 cd
K3	123,67 abc	199,33 c	58,50 e
K4	224,00 a	1671,66 ab	767,67 bc
K5	89,89 bc	1154,78 ab	480,56 bc

Perlakuan	Minggu ke-3	Minggu ke-7	Minggu ke-9
JK1	193,11 ab	767,89 abc	1622,67 a
JK2	69,44 c	372,89 bc	172,78 d
JK3	147,44 abc	179,89 c	69,11 e
JK4	185,11 abc	1553,44 a	1142,67 ab
JK5	84,89 c	783,22 ab	387,33 cd

**Keterangan:** Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf kesalahan 5%

Pada minggu kesembilan, luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tanah, kacang kedelai, kacang merah, kacang tunggak dan kacang hijau tidak berbeda nyata dengan monokulturnya. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tanah lebih tinggi dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang kedelai, kacang merah dan kacang hijau, tetapi tidak berbeda nyata dengan tumpangsari jagung manis+kacang tunggak. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang kedelai lebih tinggi dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang merah dan lebih rendah dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang tunggak, tetapi tidak berbeda nyata dengan tumpangsari jagung manis+kacang hijau. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang merah lebih rendah dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang tunggak dan kacang hijau. Luas daun tanaman kacang pada tumpangsari jagung manis+kacang tunggak lebih tinggi dibanding dengan tumpangsari jagung manis+kacang hijau (Tabel 2).

### 3. Keanekaragaman Gulma

Hasil analisis vegetasi gulma pada pertanaman jagung manis menunjukkan bahwa pada minggu ke-3 terdapat 22 jenis gulma, dengan gulma dominan yaitu *Cyperus rotundus* (56,19 %), *Cynodon dactylon* (10,54%), *Dentella repens* (6,50%) dan *Phyllanthus niruri* (5,87%) (Lampiran 1).

Gulma tumbuh dari propagul gulma berupa biji atau organ vegetatif seperti umbi, stolon, rimpang atau yang lainnya. Propagul tersebut berasal dari periode sebelumnya. Jika lingkungan tidak mendukung untuk pertumbuhan, propagul tersebut mengalami dormansi, dan jika lingkungan berubah menjadi sesuai bagi perkecambah maka propagul gulma berkecambah dan menjadi individu dewasa yang dapat menimbulkan masalah bagi tanaman.

*C. rotundus* merupakan gulma jenis tekian yang tergolong dalam gulma tahunan, dapat berkembang biak secara generatif menggunakan biji maupun secara vegetatif menggunakan umbi akar. Umbi akar pada *C. rotundus* menjadi organ perkembangbiakan dan alat pertahanan diri jika lingkungan kurang menguntungkan, dapat bertahan lama namun tetap viabel (mempunyai kemampuan hidup meskipun mengalami dormansi) di dalam tanah.

Pertumbuhan *C. rotundus* yang mendominasi lahan juga disebabkan karena kemampuannya dalam bersaing dengan melepaskan senyawa alelokimia melalui umbi akar yang dapat menekan pertumbuhan gulma lain. Senyawa alelokimia tersebut merupakan metabolit sekunder berupa senyawa fenol (Rokiek *et al.*, 2010).

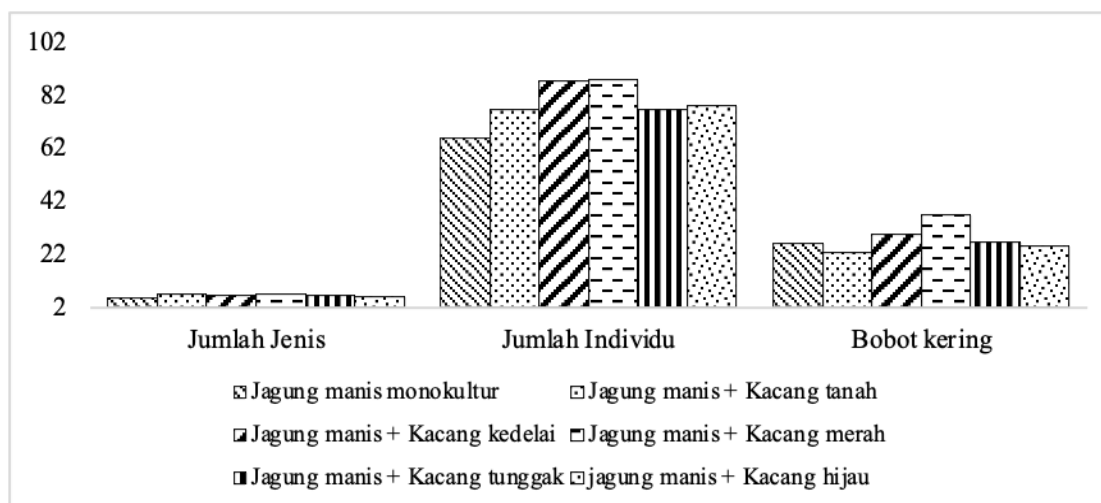
Hasil penelitian pada minggu ke-7 menunjukkan bahwa terjadi penambahan jenis gulma yang tumbuh yaitu sebanyak 33 jenis gulma (Lampiran 2), bertambah dari minggu ke-3 yang hanya 22 jenis. Hal ini disebabkan oleh masa dormansi biji setiap

jenis gulma berbeda-beda, banyak jenis gulma yang pada umur tiga minggu belum tumbuh, tetapi pada minggu ke-7 sudah tumbuh.

Jenis gulma yang tumbuh dominan pada pertanaman jagung manis minggu ke-7 tetap *C. rotundus* akan tetapi mengalami penurunan nilai SDR menjadi 43,79%. Jenis gulma lain yang relatif dominan juga mengalami pergeseran menjadi *Physalis angulate* (9,71%), *Phyllanthus niruri* (7,61%) dan *Laportea interrupta* (6,75%). *P. angulata* merupakan gulma berdaun lebar semusim yang berkembang biak secara generatif menggunakan biji, hidup mengikuti jalur fotosintesis C<sub>3</sub> dan tahan terhadap naungan, sedangkan *C. dactylon* merupakan gulma rerumputan tahunan yang berkembang biak menggunakan stolon yang tumbuh menjalar di permukaan tanah dan mengikuti jalur fotosintesis C<sub>4</sub> yang tidak tahan terhadap naungan (Mangoensoekarjo & Soejono, 2015).

Jumlah jenis gulma pada pertanaman jagung manis pada minggu ke-9 sebanyak 33 jenis gulma, dengan jenis gulma yang dominan yaitu *C. rotundus* (38,24%). Dilihat dari nilai SDR dari minggu ke-3 sampai minggu ke-9 dominasi gulma *C. rotundus* mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh berkembangnya tajuk tanaman jagung manis dan kacang, yang menyebabkan semakin banyak cahaya matahari yang dapat diserap oleh tajuk tanaman, sehingga mengurangi cahaya yang sampai ke permukaan. Gulma *C. rotundus* merupakan gulma yang dapat tumbuh baik di tempat terbuka pada tanah yang subur dan lembab sampai pada ketinggian 1.000 m di atas permukaan laut, mengikuti jalur fotosintesis C<sub>4</sub> sehingga membutuhkan cahaya yang tinggi dan tidak tahan terhadap naungan (Mangoensoekarjo & Soejono, 2015).

Tumpangsari jagung manis+kacang tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah jenis, jumlah individu dan bobot kering gulma pada minggu ke-3 (Gambar 3).



Gambar 3. Jumlah jenis, Jumlah individu dan Bobot kering gulma pada minggu ke-3

Tumpangsari jagung manis+kacang tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah jenis dan bobot kering gulma, tetapi berpengaruh nyata terhadap jumlah individu pada minggu ke-7. Jumlah individu gulma

pada tumpangsari jagung manis dengan kacang tanah, kacang kedelai, kacang merah, kacang tunggak dan kacang hijau lebih rendah dibanding dengan jagung manis monokultur, namun jumlah individu gulma

pada semua tumpangsari jagung manis dengan kacang tidak saling berbeda nyata (Tabel 3). Bertambahnya umur tanaman menyebabkan tajuk tanaman jagung manis

dan kacang semakin rapat yang menyebabkan jumlah cahaya yang sampai ke permukaan tanah semakin sedikit sehingga mampu menekan pertumbuhan gulma.

Tabel 3. Jumlah jenis, Jumlah individu dan Bobot kering gulma pada minggu ke-7

Perlakuan	Jumlah jenis	Jumlah individu	Bobot kering
Jagung manis monokultur	2.493 ab	366 a	208 a
Tumpangsari+kacang tanah	2.466 ab	65 b	58 c
Tumpangsari+kacang kedelai	1.706 c	119 b	92 abc
Tumpangsari+kacang merah	2.533 ab	249 a	150 ab
Tumpangsari+kacang tunggak	2.880 a	79 b	68 bc
Tumpangsari+kacang hijau	2.160 bc	111 b	56 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf kesalahan 5%.

Tumpangsari jagung manis dengan kacang berpengaruh nyata terhadap jumlah jenis, jumlah individu dan bobot kering gulma pada minggu ke-9. Jumlah jenis gulma, jumlah individu dan bobot kering gulma pada semua tumpangsari jagung manis

dengan kacang lebih rendah dibanding dengan jagung manis monokultur. Tumpangsari jagung manis dengan kacang tunggak menghasilkan jumlah individu dan bobot kering gulma yang paling rendah (Tabel 4).

Tabel 4. Jumlah jenis, Jumlah individu dan Bobot kering gulma pada minggu ke-9

Perlakuan	Jumlah jenis	Jumlah individu	Bobot kering
Jagung manis monokultur	10,56 a	107,22 a	146,54 a
Tumpangsari+kacang tanah	6,33 b	35,33 bc	73,57 b
Tumpangsari+kacang kedelai	6,78 b	41,44 bc	67,94 bc
Tumpangsari+kacang merah	7,89 b	56,00 b	74,61 b
Tumpangsari+kacang tunggak	6,11 b	22,67 c	34,30 c
Tumpangsari+kacang hijau	6,44 b	34,44 bc	51,03 bc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf kesalahan 5%

## KESIMPULAN

1. Gulma yang tumbuh pada tumpangsari jagung manis dengan kacang sebanyak 33 jenis, dengan didominasi oleh gulma tekian dan daun lebar, yaitu *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Physallis angulata* dan *Phyllanthus niruri*.
2. Semua jenis kacang di antara jagung manis pada tumpangsari mampu menekan pertumbuhan gulma, dengan kemampuan menekan gulma yang paling tinggi yaitu tumpangsari jagung manis dengan kacang tunggak.

3. Keberadaan kacang sebagai tanaman sela di antara tanaman jagung manis pada tumpangsari tidak menurunkan hasil jagung manis.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Rektor dan Kepala LP3M UMY yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini melalui Skim Penelitian Unggulan Prodi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta tahun



2018/2019; Tim Pembantu Pelaksana Devi, Chia, Aryani dan Arif, dan semua pihak yang

telah membantu sejak perencanaan sampai publikasi hasil penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asih, D.N.S., A. N. Setiawan, dan Sarjiyah. 2018. Weeds Growth in Various Population of Corn-Peanut Intercropping. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*. 6 (1) : 22-23
- Dharma, S.K., Haryadi, dan S. Anwar. 2015. Dampak Aplikasi Herbisida IPA Glisofat dalam Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) terhadap Tanah dan Tanaman Padi Sawah. *Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5(1): 61-70.
- Fachrudin, L. 2000. *Budidaya Kacang-kacangan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Hendriwal, Zurrahmi, dan Abdul. 2014. Periode Kritis Tanaman Kedelai Terhadap Persaingan Gulma. *Jurnal Floratek* 9 : 6-13.
- Hendroatmodjo. 2009. *Teknik Budidaya Tanaman Monokultur dan Tumpang Sari*. Padjajaran University Press, Bandung.
- Huňady, I. and M. Hochman. 2014. Potential of Legume-Cereal Intercropping for Increasing Yields and Yield Stability for Self-Sufficiency with Animal Fodder in Organic Farming. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 50(2): 185–194
- Kermah, M., A. C. Franke, Samuel Adjei-Nsiah, B.D.K. Ahiabor, R.C. Abaidoo, and Ken E. Gillera. 2017. Maize-grain legume intercropping for enhanced resource use efficiency and crop productivity in the Guinea savanna of northern Ghana. *Field Crops Research*. 213: 38–50.
- Mal'ezieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapiel, S. de Tourdonnet, M. Valantin-Morison. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 43–62.
- Mangoensoekarjo, S dan A. T Soejono. 2015. *Ilmu Gulma dan Pengelolaan Pada Budi Daya Perkebunan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Marliah, A., Jumini & Jamilah. 2010. Pengaruh Jarak Tanam antar Barisan Pada Sistem Tumpangsari Beberapa Varietas Jagung Manis dengan Kacang Merah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil. *Agrista* 14(1): 30-38.
- Moenandir, J. 1998. *Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma*. Rajawali, Jakarta Utara.
- Nurlaili. 2010. Respon Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Gulma Terhadap Berbagai Jarak Tanam. *Agrobisnis* 2(4):19-29.
- Nurudin, H. 2011. Pengaruh Sistem Tanam Tumpangsari terhadap Penekanan Gulma, Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Gogo, Kedelai dan Jagung. *Paspalum* 1(1): 83-87.
- Rahman, T., Xin Liu, Sajad Hussain, Shoaib Ahmed, Guopeng Chen, Feng Yang, Lilian Chen, Junbo Du, Weiguo Liu, Wenyu Yang. 2017. Water use efficiency and evapotranspiration in maize-soybean relay strip intercrop systems as affected by planting geometries. *PLoS ONE* 12 (6) : 1-20
- Rizal, Z., Safrida dan Sofyan. 2016. Analisis Perbandingan Pendapatan Petani Pola Tanam Monokultur dan Polikultur di Kecamatan Meurudu Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. Universitas Syiah Kuala 1 (1): 305-311

- Rokiek, E. G. D., S.A.S.E Din & A.A Sharara. 2011. Allelopathic Behavior of *Cyperus rotundus* L. on Both Chorchorus Olitorius (Broad Leaved Weed) and *Echinochloa Crus-Galli* (Grassy Weed) Associated With Soybean. *Journal of Plant Protection Research* 50 (3): 274-279
- Sastroutomo, S. 1998. *Ekologi Gulma*. Gramedia Pustaka, Jakarta
- Shahida, B., and A.K. Ijaz. 2016. Impact of Weed Control Techniques on Intercropping of Mungbean with Maize under Agro Climate Condition of Peshawar. *Sarhad Journal of Agriculture*. 32(2): 62-69.
- Shamsabadi, H., D. Ahmad, A. Yahya , and W. Aimrun. 2017. Yield components of sweet corn (*Zea mays*) and some soil physical properties towards different tillage methods and plant population. 19 (3) : 56–63
- Sharma, R.C. and P. Banik. 2013. Baby Corn–Legumes Intercropping System: Weeds Dynamics and Community Structure. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 67: 11–18.
- Smith. H.A. and O. E. Liburd. 2018. Intercropping, Crop Diversity and Pest Management. ENY862, the Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Soetikno, S. S. 1990. *Ekologi Gulma*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Suhartono. 2008. Pengaruh Interval Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Meriil) Pada Berbagai Jenis Tanah. *Embryo* 5(1): 98-112
- Suroto, D., & S. Haryanti. Pengaruh Glisofat dan Olah Tanah terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Jagung Manis. 2002. Dalam Prosiding Seminar Nasional Budidaya Olah Tanah Konservasi; Yogyakarta, hal .136-144.
- Suryaningih, M. Joni & A.A.K Darmadi. Inventarisasi Gulma Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Sawah Kelurahan Padang Galak, Denpasar Timur, Kodya Denpasar, Provinsi Bali. 2011. *Simbiosis* 1(1): 1-8.
- Tanveer, A., M. Ayub., A. Ali., R. Ahmad & M. Ayub. 1999. Weed Crop Competition in Maize Relation to Row Spacing and Duration. *Biological Sciences* 2 68.
- Widaryanto, E. 2017. Weed communities on monoculture and intercropping cultivation techniques. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 4 (3): 781-788
- Widiastuti, L., Tohari & E. Sulistyaningsih. 2004. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan dalam Pot. *Ilmu Pertanian* 11(2):35-42.
- Zhang, Y., Jian Liu, Jizong Zhang, Hongbin Liu, Shen Liu, Limei Zhai, Hongyuan Wang, Qiuliang Lei, Tianzhi Ren, Changbin Yin. 2015. Row Ratios of Intercropping Maize and Soybean Can Affect Agronomic Efficiency of the System and Subsequent Wheat. *PLoS ONE* 10 (6): 1-16.