



Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) untuk Menghambat Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Apel

Gede Rizqi Permanasari*, Dewa Ngurah Suprpta, I Made Sudarma

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana,
Jl. PB. Sudirman, Denpasar Bali 80231, Indonesia

*Corresponding author: permanasari.2006541145@student.unud.ac.id

ABSTRACT

Effectiveness of Green Betel Leaf Extract (*Piper betle* L.) to Inhibit the Growth of the fungus *Colletotrichum* sp. The Cause of Anthracnose Disease in Apples.

Anthracnose disease caused by the fungus *Colletotrichum* sp. is an important post-harvest disease of apples in Indonesia. Therefore, it is required to control the diseases in an environmentally friendly way, one of which is by using botanical pesticides. Betel leaf is one of the plants whose extract can be used as a botanical fungicide. This study aims to test the effectiveness of green betel leaf extract against the fungus *Colletotrichum* sp. that causes anthracnose disease in apples. The colony test used 8 concentrations, namely 0.8%, 0.16%, 0.24%, 0.32%, 0.40%, 0.48%, 0.56%, 0.64% and control. The *in vivo* test uses 5 concentrations, namely 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2% and control. The results showed that the colony test of green betel leaf extract with a concentration of 0.48% was able to significantly suppressed the growth of *Colletotrichum* sp. on PDA media, which means that it is possible to use as a botanical fungicide. On *in vivo* test, green betel leaf extract at a concentration of 1.2% was able to inhibit the growth of the colony *Colletotrichum* sp and able to suppress anthracnose disease in apples by 64.07% compared to control.

Keywords: green betel leaf extract, *Colletotrichum* sp, anthracnose disease, apple

PENDAHULUAN

Apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill) adalah salah satu komoditas hortikultura dengan potensi ekspor yang cukup besar sehingga berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Berdasarkan data dari BPS (2023) produksi apel di Indonesia selama lima tahun terakhir mengalami fluktuasi yang masih rendah. Produksi apel di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 523,738 ton dan mengalami peningkatan 2,8% dibandingkan

tahun sebelumnya. Namun, dari data lain menunjukkan selama lima tahun terakhir, produksi apel di Kota Batu cenderung turun. Salah satu faktor penyebab penurunan hasil produksi tanaman apel adalah hama dan penyakit tanaman.

Salah satu penyakit pascapanen yang menyerang buah apel adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp., penyakit antraknosa merupakan penyakit yang dapat

menyebabkan kerugian pasca panen hingga 100% jika tidak dilakukan upaya pengendalian.

Diketahui hingga saat ini, petani apel masih mengendalikan penyakit antraknosa menggunakan pestisida sintetis berupa fungisida karena dianggap lebih efektif dan murah. Namun, kenyataannya penggunaan fungisida berkelanjutan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan serta kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang aman, murah, mudah dan praktis dalam upaya pengendalian penyakit antraknosa. Penggunaan bahan-bahan nabati adalah salah satu alternatif pengendalian penyakit antraknosa yang dapat dilakukan. Fungisida nabati adalah zat yang berasal atau terdapat pada tanaman yang mampu menghambat atau mematikan pertumbuhan jamur. Fungisida nabati dapat dibuat sendiri secara sederhana berupa larutan hasil rendaman, ekstrak dan rebusan bagian tanaman (Sudarmo, 2005).

Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati adalah tanaman sirih hijau. Sirih hijau merupakan salah satu jenis tanaman obat-obatan yang memiliki kandungan kimia antara lain minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, fenol, steroid, katekin, tannin dan saponin (Mursito, 2002; Damayanti, 2005). Tujuan dari penelitian adalah (1) Untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada buah apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill) secara *in vitro*. (2) Untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dalam menghambat penyakit antraknosa pada buah apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill) secara *in vivo*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 – Agustus 2024. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri, erlenmeyer, timbangan elektrik, gelas ukur, tabung reaksi, autoklaf, *Laminar Air Flow*, lampu busen, kaca preparat, mikroskop, mikropipet, kertas label, blender, plastik, pisau, gunting, *hand sprayer*, jarum ose, *cork borer*, tisu steril, kertas saring, seal, nampan, *rotary vacuum-evaporator*, dan kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat jamur *Colletotrichum* sp., apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill), PDA, levofloxacin 500mg, daun sirih hijau (*Piper betle* L.), metanol, alkohol 70%, dan air steril.

Isolat Jamur *Colletotrichum* sp.

Isolat Jamur *Colletotrichum* sp. yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari koleksi Laboratorium Biopestisida, Fakultas Pertanian Universitas Udayana yang sudah diidentifikasi secara molekuler berdasarkan analisis gen. Isolat diremajakan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada cawan petri. Miselia jamur pada pinggir koloni (bagian yang paling aktif tumbuh) diambil menggunakan *cork borer*, kemudian ditumbuhkan pada media PDA miring dan diinkubasi pada suhu kamar. Isolat hasil peremajaan ini sudah siap digunakan untuk pengujian selanjutnya.

Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hijau

Daun sirih hijau (*Piper betle* L.) seberat 200 gr dibilas menggunakan air mengalir dan dikeringanginkan selama 7 hari. Daun sirih yang telah kering diblender hingga didapatkan serbuk kasar, kemudian diayak sehingga diperoleh serbuk halus. Serbuk halus daun sirih direndam dengan metanol dengan perbandingan 1:10 (b/v) di

dalam erlenmeyer dan dimaserasi selama 2x24 jam. Setelah proses maserasi, ekstrak daun sirih disaring menggunakan kertas saring hingga didapatkan filtrat cair tanaman. Filtrat tersebut kemudian dipekatkan sehingga diperoleh ekstrak murni menggunakan *rotary vacuum evaporator*.

Uji Aktivitas Antijamur dengan Metode Sumur Difusi

Cawan Petri diisi dengan 200 µl spora jamur *Colletotrichum* sp. kemudian ditambahkan dengan 10 ml media PDA encer (suhu media sekitar 42-45°C) digoyangkan secara horizontal agar spora jamur dan media PDA tercampur merata. Setelah media memadat buat sumur difusi menggunakan *cork borer* sebanyak 2 buah pada setiap cawan petri dan setiap sumur difusi diisi ekstrak daun sirih hijau sebanyak 20 µl. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter zona hambatan yang terbentuk di sekitaran sumur difusi (Suriani, 2015).

Uji Persentase Daya Hambat Ekstrak Daun Sirih Hijau Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur *Colletotrichum* sp.

$$I (\%) = \frac{\text{diameter koloni jamur kontrol} - \text{diameter koloni jamur perlakuan}}{\text{diameter koloni jamur kontrol}} \times 100\%$$

(I = Daya Hambat dalam persen)

Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau Secara *in vivo* pada Apel

Uji efektivitas ekstrak daun sirih hijau secara *in vivo* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1%; 1,2% dan kontrol. Setiap perlakuan akan diuji coba menggunakan 3 buah apel sehat dan diulang sebanyak 4 kali ulangan. Buah apel disetrilkan dengan menggunakan alkohol 70% kemudian dibilas menggunakan air steril sebanyak 3 kali. Buah apel ditaruh pada nampan, ditusuk dengan menggunakan jarum

Pengujian dilakukan dengan uji antagonis secara *in vitro*. Ekstrak daun sirih hijau dicampurkan dengan media PDA sehingga mencapai konsentrasi 0,08%; 0,16%; 0,24%; 0,32%; 0,40%; 0,48%; 0,56%; 0,64% dan kontrol, lalu digoyangkan horizontal hingga merata. PDA tanpa dicampur ekstrak digunakan sebagai kontrol. Setelah media memadat, miselia jamur diambil dari koloni jamur biakan murni menggunakan *cork borer* diletakkan pada bagian tengah cawan petri menggunakan jarum ose. Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah perlakuan yaitu konsentrasi ekstrak sebanyak 9 perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Biakan ini diinkubasi pada tempat gelap dengan suhu ruang selama 7 hari dan dilakukan pengukuran persentase daya hambat dilakukan ketika jamur kontrol telah memenuhi cawan petri. Daya hambat perlakuan ekstrak dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suprpta, 2014):

sebanyak 2 titik pada bagian samping buah. Buah apel disemprotkan dengan masing-masing konsentrasi ekstrak daun sirih hijau, kemudian diinokulasikan jamur *Colletotrichum* sp. Nampan kemudian ditutup dengan *wrapping plastik sheet*. Kemudian dilakukan pengukuran persentase daya hambat setelah perlakuan kontrol menunjukkan gejala penyakit antraknosa.

Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisa secara kuantitatif menggunakan *analysis of varians*

(ANOVA) pada taraf 5%. Apabila antara perlakuan yang diujikan terdapat perbedaan pengaruh yang nyata terhadap variabel yang diamati, maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

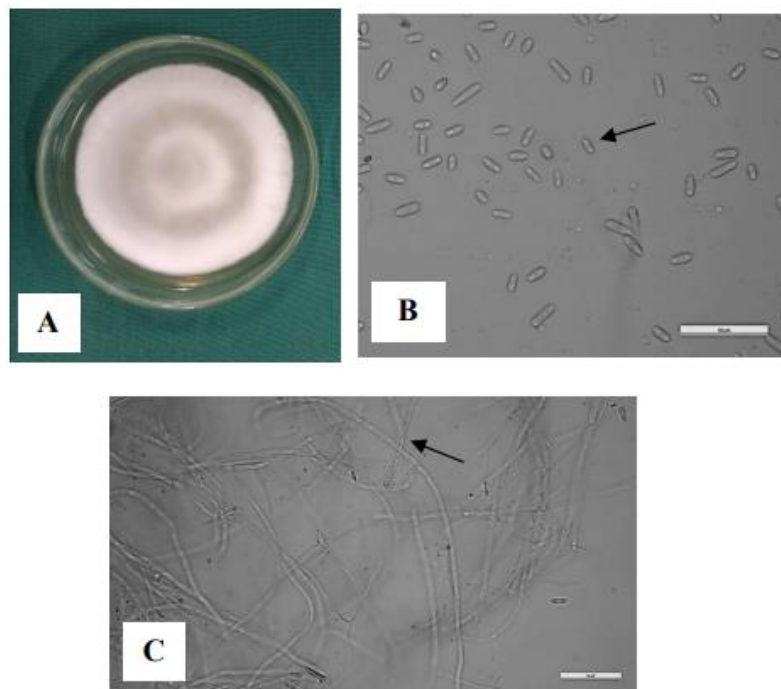
Isolat Patogen Penyebab Penyakit Antraknosa pada Apel

Isolat jamur *Colletotrichum* sp. yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari koleksi Laboratorium Biopestisida, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Jamur hasil peremajaan yang sudah tumbuh pada media PDA diidentifikasi dengan mengamati dan mencocokkan ciri makroskopis dan mikroskopis. Hasil pengamatan disajikan pada Gambar 1.

Koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media berwarna putih dan berubah

kehitaman pada bagian tengah. Bentuk koloni membulat dengan permukaan halus dan terdapat miselia udara seperti kapas. Koloni jamur ini sesuai dengan ciri-ciri makroskopis jamur *Colletotrichum* sp. yaitu, memiliki bentuk koloni teratur, berwarna putih keabuan, dengan permukaan yang halus dan arah pertumbuhannya ke samping (Wakhidah et al., 2021).

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* sp. memiliki hifa bersepta, bercabang, konidia transparan berbentuk silinder memanjang. Hal ini sesuai dengan ciri-ciri umum jamur *Colletotrichum* sp. yaitu, memiliki hifa bercabang dan bersepta dan menghasilkan konidia transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing (Oktaviana et al., 2022).



Gambar 1. (A) Koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA umur 14 hari setelah inkubasi; (B) Spora *Colletotrichum* sp. berbentuk silinder pada apel secara mikroskopis (panah). Bar 10 μ m; (C) Hifa bersepta (panah). Bar 10 μ m.

Aktivitas Antijamur dengan Metode Sumur Difusi

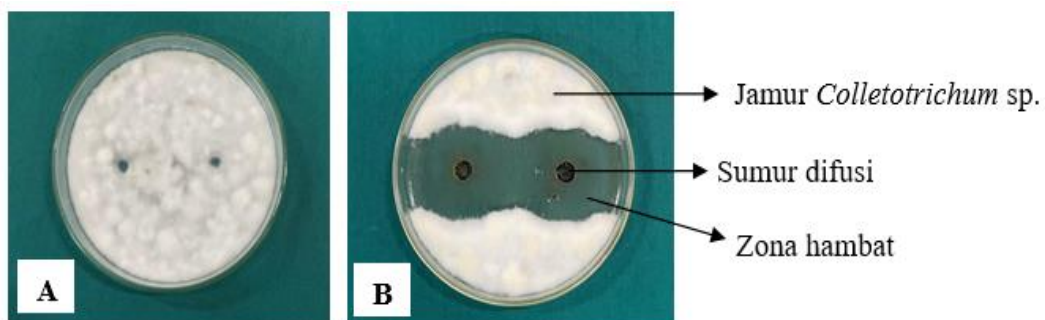
Berdasarkan hasil uji aktivitas antijamur dengan menggunakan metode sumur difusi menunjukkan bahwa ekstrak kasar daun sirih hijau mampu menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA. Kemampuan daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk. Setelah jamur *Colletotrichum* sp. tanpa perlakuan (kontrol) memenuhi cawan petri, maka dilakukan pengukuran zona bening pada media dengan perlakuan ekstrak daun sirih hijau sehingga didapatkan bahwa zona hambat memiliki luas diameter 31,7 mm (Gambar 2).

Diameter zona hambat dikelompokkan menjadi beberapa kategori kekuatan daya antijamur menurut Davis dan Scout (1971)

yakni diameter zona hambat kurang dari 5 mm dikategorikan lemah, diameter zona hambat antara 5-10 mm dikategorikan sedang, diameter zona hambat 11-20 mm dikategorikan kuat dan diameter zona hambat lebih dari 20 mm dikategorikan sangat kuat. Berdasarkan kriteria tersebut, maka kemampuan daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. sangat kuat karena diameter zona hambat yang terbentuk lebih dari 20 mm. Dengan demikian, ekstrak daun sirih hijau dapat diuji lebih lanjut.

Daya Hambat Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur

Berdasarkan hasil uji daya hambat dengan 8 konsentrasi ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp. disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 3.



Gambar 2. Daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA. A. Kontrol, B. Perlakuan dengan ekstrak

Tabel 1. Daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp.

No.	Konsentrasi Ekstrak (%)	Diameter Koloni Jamur (mm)	Daya Hambat (%)
1.	Kontrol	78,33 f	0
2.	0,08%	73,33 e	6,38
3.	0,16%	68 d	13,60
4.	0,24%	65,67 d	16,16
5.	0,32%	50 c	35,79
6.	0,40%	21,33 b	72,78
7.	0,48%	0 a	100
8.	0,56%	0 a	100
9.	0,64%	0 a	100

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%

Jamur *Colletotrichum* sp. pada kontrol tumbuh memenuhi cawan petri. Sedangkan pada uji dengan perlakuan ekstrak daun sirih hijau dengan masing-masing konsentrasi ekstrak menunjukkan pertumbuhan koloni jamur yang semakin kecil seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang diberikan. Rendahnya nilai luas diameter koloni jamur *Colletotrichum* sp dan tingginya persentase daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. menunjukkan efektivitas dari daya hambat ekstrak daun sirih hijau (Tabel 1).

Konsentrasi 0,08% memiliki diameter koloni terbesar yakni 73,33 mm dengan persentase daya hambat terkecil sebesar 6,38%. Sedangkan konsentrasi 0,48%, 0,56%, dan 0,64% berturut-turut memiliki diameter koloni terkecil yakni 0 mm dengan persentase daya hambat terbesar yaitu 100%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diujikan pada media, maka semakin banyak ekstrak yang berdifusi ke dalam sel jamur, sehingga persentase daya hambatnya juga meningkat (Sitepu *et al.*, 2012).

Menurut Kartika *et al.*, (2003), persentase daya hambat dikategorikan menjadi empat kelompok, yakni antara 1-25% termasuk daya hambat golongan lemah, 26-50% termasuk daya hambat golongan sedang, 51-75% termasuk daya hambat golongan kuat dan diatas 75% termasuk daya hambat golongan sangat kuat. Berdasarkan kategori golongan persentase tersebut menunjukkan ekstrak daun sirih hijau konsentrasi 0,40% tergolong ke dalam persentase daya hambat kuat dan konsentrasi 0,48%, 0,56% dan 0,64% tergolong ke dalam persentase daya hambat sangat kuat.

Dari data menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak 0,48% sudah mampu menghambat pertumbuhan jamur *Colletotricum* sp. secara total. Semakin kecil diameter yang terbentuk pada perlakuan maka menandakan terdapatnya hambatan

oleh ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. potensi ini disebabkan oleh kandungan senyawa-senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak daun sirih hijau yang bersifat antijamur. Efek antijamur ekstrak daun sirih hijau dikarenakan daun sirih hijau mengandung minyak atsiri dengan komponen utamanya terdiri atas fenol dan senyawa turunannya seperti kavibetol, kavikol, karvacol, eugenol, dan allilpyrocatechol (Adeltrudes *et al.*, 2010). Selain itu, daun sirih hijau juga mengandung diantaranya sineol, estragol, karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotinat, tanin, Vitamin C, gula, pati, dan asam amino.

Senyawa-senyawa fenolik, alkalod, flavonoid, saponin, triterpenoid dan kuinon memiliki aktivitas antijamur (Suprarta, 2014). Kandungan yang paling berpengaruh sebagai senyawa yang bersifat anti fungi yang terkandung dalam daun sirih segar yaitu fenil propane (senyawa fenolik) (Rahmah, 2010). Mekanisme senyawa fenol sebagai antijamur yaitu berinteraksi dengan dinding sel jamur, dimana pada kadar rendah akan mendenaturasi protein dan pada kadar tinggi akan menyebabkan koagulasi protein sehingga sel akan mati (Lidyawita, 2013). Menurut Achmad *et al.* (2009), perbedaan senyawa fenolik pada daun sirih berperan dalam ukuran besar kecilnya zona bening yang terbentuk. Semakin banyak jumlah fenol maka semakin besar efek antioksidan yang diberikan. Semakin banyak senyawa fenolik pada daun sirih maka akan semakin rusak dinding sel sehingga memperlambat pertumbuhan jamur dan membuatnya dorman. Sel jamur yang tidak aktif tersebut membentuk zona bening pada media pertumbuhan. Oleh karena itu, ekstrak daun sirih menunjukkan banyaknya senyawa fenolik yang terkandung terlihat dari besarnya zona bening yang terbentuk.

Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau Secara *in vivo* pada Buah Apel

Hasil uji efektivitas ekstrak daun sirih hijau secara *in vivo* pada buah apel menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap daya hambat koloni jamur dan kerusakan buah apel. Pemberian dari setiap konsentrasi ekstrak memiliki persentase daya hambat yang berbeda-beda baik daya hambat koloni maupun daya hambat kerusakan (Tabel 2).

Pada Tabel 2. menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi ekstrak daun sirih hijau memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan koloni jamur dan kerusakan pada buah apel. Konsentrasi 0,4% memiliki daya hambat terkecil sebesar 18,16% dan 11,36%. Daya hambat tertinggi pada konsentrasi 1,2% sebesar 58,97% dan 64,07%. Pemberian ekstrak daun sirih hijau berpengaruh nyata terhadap diameter koloni atau kerusakan pada buah apel dibandingkan dengan kontrol (Gambar 4). semakin tinggi konsentrasi diberikan maka semakin besar daya hambat yang terbentuk terhadap pertumbuhan koloni jamur maupun terhadap kerusakan pada buah apel.

Pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. dapat terhambat disebabkan oleh kandungan senyawa-senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak daun sirih hijau yang bersifat antijamur komponen utamanya terdiri atas fenol dan senyawa turunannya seperti kavibetol, kavikol, karvacol, eugenol, dan allilpyrocatechol (Adeltrudes *et al.*, 2010).

Senyawa alkaloid adalah senyawa yang dapat menghambat sistem respirasi sel serta proliferasi pembentukan protein, sehingga mengakibatkan kematian jamur, di mana komponen penyusun peptidoglikan

pada dinding sel akan dirusak sehingga tidak berbentuk utuh lagi. Selain itu, alkaloid dapat membuat terjadinya kebocoran membran sel dan hilangnya beberapa molekul hingga mengakibatkan kerusakan dan kematian pada sel jamur (Antonius *et al.*, 2017). Senyawa flavonoid mempunyai mekanisme kerja dengan cara denaturasi protein, mengganggu lapisan lipid dan mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga mengganggu permeabilitas sel jamur (Kurniawati *et al.*, 2016, Juriah *et al.*, 2018).

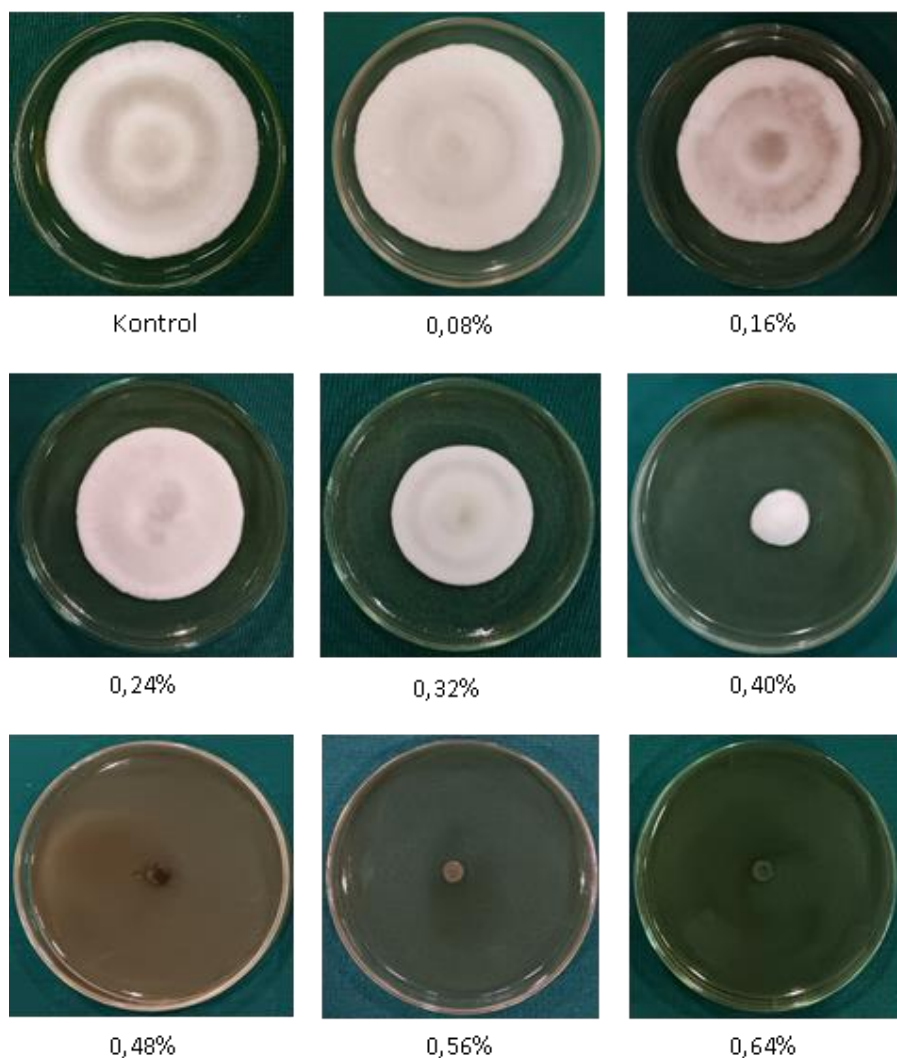
Menurut Suraini *et al.* (2015) Tanin mempunyai efek spasmolitik yang diduga dapat mengerutkan dinding sel sehingga mengganggu permeabilitas sel dan mengakibatkan sel tidak dapat melakukan aktifitas hidupnya sehingga menyebabkan pertumbuhan sel terhambat bahkan mati. Tanin sebagai antijamur akan bereaksi terhadap dinding sel dan dapat menghambat kerja enzim selulosa dan hemiselulosa, jika dekomposisi selulosa dan hemiselulosa terhambat maka dinding sel tidak dapat terbentuk sempurna sehingga pertumbuhan mikroorganisme terhambat (Harbone, 1987).

Daun sirih mengandung minyak atsiri dengan komponen fenol yang mempunyai daya antiseptik kuat dan memiliki potensi terhadap kuman (Reveny, 2011). Sirih juga mengandung *euganol* yang mampu membunuh jamur dan bersifat analgesik. (Utami, 2000). Selain itu, daun sirih hijau mengandung minyak atsiri yang bersifat antijamur, pertumbuhan jamur dapat dihambat dengan menghambat proses pembentukan dinding sel atau melisiskan dinding sel yang sudah terbentuk (Moeljanto *et al.*, 2003).

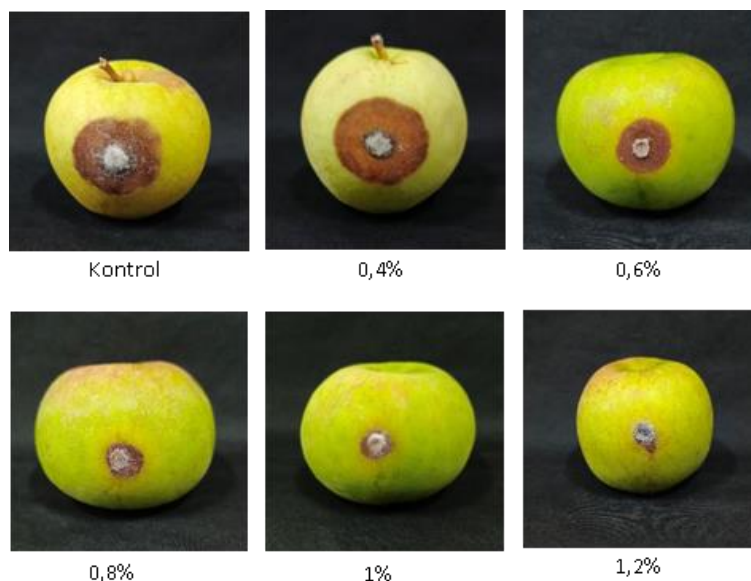
Tabel 2. Daya hambat ekstrak daun sirih hijau terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. dan kerusakan pada buah apel

No	Konsentrasi Ekstrak (%)	Diameter Koloni Jamur (mm)	Daya Hambat Terhadap Kontrol (%)	Diameter Kerusakan (mm)	Daya Hambat Terhadap Kontrol (%)
1.	Kontrol	10 e	0	24,17 d	0
2.	0,4%	8,17 d	18,16	21,46 d	11,36
3.	0,6%	7 c	29,87	18,04 c	25,59
4.	0,8%	6 b	39,79	14,92 bc	38,49
5.	1%	5,25 b	47,38	12,00 b	50,54
6.	1,2%	4,08 a	58,97	8,75 a	64,07

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%



Gambar 3. Koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA yang diberikan perlakuan beberapa konsentrasi ekstrak daun sirih hijau



Gambar 4. Pertumbuhan Koloni jamur *Colletotrichum* sp. dan kerusakan pada berbagai konsentrasi ekstrak daun sirih hijau pada buah apel

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) efektif menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada buah (*Malus sylvestris* (L.) Mill) secara *in vitro* pada media PDA. Ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) efektif dalam menghambat penyakit antraknosa pada buah apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill) secara *in vivo*. Konsentrasi ekstrak 1,2% dapat menghambat kerusakan buah apel oleh jamur *Colletotrichum* sp. sebesar 64,07%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A., dan Suryana, I. 2009. Pengujian aktivitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap *Rhizoctonia* sp. secara *in vitro*. *Bul littro*. 20 (1): 92-98.
- Adeltrusdes, B., Caburian., Marina, O., and Osi. 2010. Characterization and Evaluation of Antimicrobial Activity of the Essential Oil from the Leaves of

- Piper* L. *E-International Scientific Research journal*. 2(1):2-13.
- Antonius, K.D.O., H. Prehananto dan A.S.S. Dewi. 2017. Daya Hambat Pertumbuhan *C. albicans* dan Daya Bunuh *C. albicans* Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.). *Jurnal Wiyata*. 4 (1): 78-83.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Sektor Hortikultura. [online]. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2023/03/20/2569/produksi-buah-buahan-alpukat-anggur-apel-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur-kwintal-2021-dan-2022.html>. Diakses 25 Desember 2023.
- Damayanti, R. dan Mulyono. 2005. *Khasiat dan Manfaat Daun Sirih: Obat Mujarab dari Masa ke Masa*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Davis, W. W., and Stout, T.R. 1971. Disc plate methods of microbiological antibiotic assay: I. Factors influencing variability and error. *Applied microbiology*, 22(4): 659-665.
- Harbone, J. B. 1987. *Metode Fitokimia*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 62 p.

- Juriah, S., Irawan M.P., dan Yuliana. 2018. Efektivitas ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr) terhadap *Trichopyton mentaghyroptes*. *Journal of Pharmacy and Science*. 1(2) 1-9.
- Kartika, R., W. Syafi'I, dan M. Hanafi. 2003. Aktivitas anti jamur damar mata kucing. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*. 16(2): 81-89.
- Lidyawita, R., Sudarsono, dan Harsini. 2013. Daya antifungal rebusan kulit batang jambu mete (*Anacordium occidentale* L.) terhadap *C. albicans* pada resin akrilik. *Tradit Med Journal*. 18(1):46-52.
- Moeljanto, R. D., dan Mulyono. 2003. *Khasiat dan Manfaat Daun Sirih, Obat Mujarab dari Masa ke masa*. Agromedia Pustaka. Yogyakarta. 83 p.
- Mursito, B., dan H. Prihmantoro. 2002. *Tanaman Hias Berkhasiat Obat*. Penebar Swadaya. Jakarta. 122 p.
- Oktaviana, M. A., N.Y. Haryono, dan Yunimar. 2022. Uji Antagonis Bakteri Endofit terhadap Fungi Patogen *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Live and Applied Science Vol 1. Proc. SemBioN, Malang*. 2022: 86-93.
- Rahmah, N dan A. Rahman. 2010. Uji Fungistatik Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Bioscientae*, 7(2): 17-24.
- Reveny, J. 2011. Daya antimikroba ekstrak dan fraksi daun sirih merah (*Piper betle* Linn.). *Jurnal Ilmu Dasar*, 12(1):6-12.
- Sitepu, I.S., I.K. Suada, dan I.G.K. Susrama. 2012. Uji Aktivitas Antimikroba beberapa Ekstrak Bumbu Dapur terhadap Pertumbuhan Jamur *Curcularia lunata* (Wakk.) Boed. dan *Aspergillusflavus*. *E-jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 1(2): 107-114.
- Sudarmo, S. 2005. *Teknologi tepat guna pestisida nabati, pembuatan dan pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta. 58 p.
- Suprpta, D. N. 2014. *Pestisida Nabati: Potensi dan Prospek Pengembangan*. Pelawa Sari. Denpasar. 102 p.
- Suraini, Chairani, dan Enlita. 2015. Uji aktivitas antijamur ekstrak gambir (*Uncariagambir* Roxb) terhadap *Candida albicans* secara *in vitro*. *Scientia*, 5(2): 65-66.
- Suriani, N. L. 2015. Pemanfaatan Ekstrak Daun Cabe Hutan (*Piper caninum* Blume) untuk Mengendalikan Jamur *Pyricularia oryzae* Cav. Penyebab Penyakit Blas pada Padi (*Oryza sativa* L.). Disertasi. Program Pascasarjana UNUD. Denpasar.
- Utami, N. D. 2000. Uji Kemampuan Daya Hambat Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht dan *Rhizoctonia solani* Khun secara In-vitro. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Puwokerto.
- Yulianty. 2006. Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai (*Capsicum annum* L.) Asal Lampung. http://digilib.unila.ac.id/go.php?id=lap_tunilapp-gdl-res-2006-yulianti. Diakses pada tanggal 21 Januari 2024.