

Identifikasi Senyawa Antijamur *Colletotrichum orbiculare* dari Filtrat *Azotobacter sp.*

FRELIANT ENES GALETY HUTAGAOL
KHAMDAN KHALIMI*)
I PUTU WIRYA SUPUTRA

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

*)Email: khamdankhalimi@yahoo.com

ABSTRACT

Identification of the *Colletotrichum orbiculare* antifungal compound from the filtrate of *Azotobacter sp.*

The Anthracnose of watermelon plants caused by the fungus *Colletotrichum orbiculare*. These pathogens generally live on infected plant residues or on alternative hosts. Utilization of *Azotobacter* bacteria as a biocontrol against fungal pathogens that cause anthracnose disease in melon plants. The purpose of this study was to determine the antifungal activity of *Azotobacter sp.* against the fungus *C. orbiculare* in vitro and to identify antifungal compounds in *Azotobacter sp.* Filtrate. The results showed that *Azotobacter sp.* was able to inhibit the growth of the fungus *C. orbiculare* with a percentage of inhibition of 86.81%, when compared to the control in in vitro testing. *Azotobacter sp.* Filtrate at a concentration of 50% was able to inhibit the growth of the fungus *C. orbiculare* with a percentage of inhibitory power of (98.99%) when compared to the control in in vitro testing. The results of GCMS analysis showed that the antifungal compounds produced by *Azotobacter sp.* Pp3 are 2,4 Dichlorobenzaldehyde; 3,3-dimethylbutylbis (trifluoromethyl)boranemethylglycine; 1,2-Diethyl-5-undecylpyrrolidine; 1-(3,4-dichlorophenyl) cyclopropane carboxylic acid; Acetamide, N-(3,4,5-tribromophenyl)-2-chloro-; 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4h-pyran-4-one; 2,4,5-Triseleno-1,3-diborole, 1,3-bis(2,3-dimethylbut-2-yl)-; Pentanal, 5-hydroxy-, (2,4-dinitrophenyl)hydrazone; Dithiocarbamate, S-methyl-, N-(2-methyl-3-oxobutyl)-; 1-Chloro-2-methyl-1-morpholino-1,3-butadiene; Silane, [[3-(3-bromophenyl)-3-butenyl]oxy]trimethyl-; Acetamide, 2,2,2-trifluoro-n-hexyl. The results of this study provide new information about antifungal compounds that have antifungal activity against the fungus *C. orbiculare*.

Keywords: *Azotobacter*, Antifungal compound, *C. orbiculare*, Anthracnose

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Tanaman semangka (*Citullus vulgaris* Scard) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi. Buah semangka mengandung

vitamin, mineral dan air yang baik untuk kesehatan manusia. Semangka mampu memberikan nilai tambah, meningkatkan pendapatan petani dan kebutuhan gizi masyarakat (Najiyanti dan Danarti, 1993). Penurunan produksi buah semangka salah satunya disebabkan oleh penyakit antraknosa. Penyakit antraknosa pada tanaman semangka disebabkan oleh jamur *Colletotrichum orbiculare*. Gejala yang disebabkan oleh patogen tersebut yaitu adanya bercak coklat pada daun yang pada akhirnya berwarna kemerahan dan daunnya akan mati. Gejala pada buah jamur ini menyebabkan busuk buah ditandai adanya bulatan berwarna merah jambu dan lama kelamaan akan meluas.

Ada beberapa cara untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada tanaman semangka, salah satunya adalah dengan memanfaatkan bakteri *Azotobacter* sp. untuk menekan pertumbuhan jamur *C. orbiculare*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antijamur *Azotobacter* sp. terhadap jamur *C. orbiculare* secara in vitro dan untuk mengidentifikasi senyawa antijamur pada filtrat *Azotobacter* sp. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru tentang senyawa antijamur yang dihasilkan *Azotobacter* sp. yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. Orbiculare*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari Januari sampai Maret 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana dan di Laboratorium Forensik Denpasar Barat.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah koleksi Lab Penyakit Tumbuhan, kentang sukrosa, air, alkohol 70%, akuades, media *Potato Dextrosa Agar* (PDA), media *Potato Dextrosa Broth* (PDB). Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah masker, *hand glove*, tisu, timbangan, pisau, panci, kompor gas, beaker glass, kain kasa, erlenmeyer, *laminar flow cabinet*, *autoclave*, cawan Petri, penjepit, *cork borer*, api Bunsen, jarum *ose*, saringan, aluminium foil, plastik, alat tulis, kertas label, dan kamera.

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Peremajaan Jamur

Jamur *C. orbiculare* yang diremajakan berasal dari koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman dengan membiakkan kembali isolat jamur yang sudah ada di laboratorium pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruangan. Hasil biakan tersebut digunakan untuk pengujian selanjutnya.

2.3.2 Peremajaan Bakteri *Azotobacter* sp.

Bakteri *Azotobacter* yang diremajakan adalah bakteri yang merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman dengan membiakkan kembali isolat bakteri yang sudah ada di laboratorium pada media *Potato Dextrosa Broth* (PDB) dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruangan. Hasil biakan tersebut digunakan untuk pengujian selanjutnya.

2.3.3 Uji Daya Hambat Bakteri *Azotobacter* Terhadap Pertumbuhan *C. orbiculare* Secara *In vitro*

Pengujian daya hambat bakteri *Azotobacter* sp. terhadap jamur patogen *C. orbiculare* dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri *Azotobacter* sp. dalam menekan pertumbuhan jamur pathogen *C. orbiculare* secara *in vitro*. Pengujian ini dimulai dengan membuat media tumbuh, dilakukan dengan menuangkan 10 ml media PDA, yang masih encer pada cawan Petri kemudian cawan Petri di goyang-goyangkan secara horizontal untuk meratakan, kemudian tunggu agar media memadat.

Kemudian uji daya hambat dilakukan dengan cara menginokulasikan jamur *C. orbiculare* ditengah-tengah cawan petri kemudian inokulasikan *Azotobacter* sp. isolat Pp3, *Azotobacter* sp. isolat PD3, *Azotobacter* sp. isolat PD23, *Azotobacter* sp. isolat PD23x mengapit pada keempat sisi dengan jarak masing-masing 2 cm dari koloni jamur *C. orbiculare*. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari.

Luas koloni jamur ditentukan dengan menggunakan kertas kalkir dan kertas milimeter block. Luas koloni masing-masing pada cawan Petri di gambar pada kertas kalkir kemudian dipindahkan ke kertas millimeter block untuk dihitung luas koloninya. Laju pertumbuhan koloni jamujr dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju Pertumbuhan Koloni} = \frac{\text{Luas Koloni pada Pengamatan Terakhir}}{\text{Selang waktu}}$$

Presentase daya hambat bakteri ditentukan dengan rumus.

$$\text{Daya Hambat} = \frac{\text{Luas Koloni Kontrol} - \text{luas koloni perlakuan}}{\text{Luas Koloni Kontrol}} \times 100\%$$

2.3.4 Pembuatan Filtrat *Azotobacter* sp.

Pembuatan filtrat bakteri diawali dengan membuat media PDB yang akan digunakan sebagai media biakan bakteri *Azotobacter* sp. Bahan untuk membuat PDB adalah 200 g kentang dan 20 g dextrose. Kentang direbus dengan air, kemudian air rebusan kentang disaring menggunakan kain kasa atau saringan sebanyak 1000 ml kemudian campurkan 20g dextrose, selanjutnya tuang kedalam Erlenmeyer ukuran 250 ml lalu disetirlikan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 atm selama 20 menit. Setelah disterilisasi media PDB dibiarkan hingga dingin.

Selanjutnya 1ml suspensi bakteri *Azotobacter* sp. diinokulasikan ke dalam Erlen meyer yang berisi 250 ml media PDB. Kemudian kultur bakteri *Azotobacter*

sp. tersebut dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Setelah di *shaker*, kultur disentri fugasi dengan kecepatan 450 rpm selama 15 menit. Kemudian supernatant disaring menggunakan kertas saring membrane Millipore 0.45µm. Setelah disaring filtrat dapat disimpan di lemari es.

2.3.5 Uji Daya Hambat Filtrat Bakteri *Azotobacter* sp. Terhadap Pertumbuhan *C. orbiculare* Secara *In vitro*

Pengujian daya hambat filtrat terhadap pertumbuhan jamur *C. orbiculare* dilakukan dengan lima konsentrasi yaitu: 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Untuk membuat konsentrasi 10% dilakukan dengan menuang 1 ml filtrate ke dalam cawan petri dan ditambahkan 9 ml PDA kemudian cawan Petri digoyang-goyangkan untuk mencampur filtrate bakteri dengan PDA. Isolat jamur *C. orbiculare* yang telah diremajakan dipisahkan menggunakan *cobborer* diameter 6 mm kemudian diambil dengan jarum ose lalu diletakkan ditengah-tengah cawan petri yang telah berisi filtrat dan PDA yang telah memadat.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu kontrol, filtrate konsentrasi 10%, filtrat konsentrasi 20%, filtrat konsentrasi 30%, filtrat konsentrasi 40%, dan filtrate konsentrasi 50%. Setiap perlakuan diulang 4 kali.

Selanjutnya perlakuan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Luas koloni jamur ditentukan dengan menggunakan kertas kalkir dan kertas millimeter block. Luas koloni pada masing-masing perlakuan pada cawan Petri digambar pada kertas kalkir kemudian dipindahkan ke kertas millimeter block untuk dihitung luas koloninya. Luas koloni dihitung pada 7 HSI setelah inokulasi.

2.3.6 Identifikasi Senyawa pada Filtrat Bakteri *Azotobacter* sp. dengan Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Identifikasi senyawa antijamur pada bakteri *Azotobacter* dilakukan dengan menggunakan GCMS (GC-MSQP 2010 Ultra Shimadzu). Filtrat bakteri *Azotobacter* sp. dilarutkan dalam 5 ml methanol selanjutnya dianalisis dengan GCMS. Eluen yang digunakan adalah nitrogen cair, kolom Wakosil ODS/5C18-200, ukuran 4,6 x 200 mm, kecepatan alir eluen 1 ml/menit, suhu 250⁰C dan dideteksi memakai sinar UV pada 254 nm. Hasil deteksi dilakukan melalui kecocokan bobot molekul dan pola fragmentasi dari senyawa hasil isolasi dengan senyawa yang ada pada pustaka GCMS. Dengan menggunakan GCMS maka senyawa pada bakteri *Azotobacter* sp. dapat diketahui berat molekul dan struktur molekul dari senyawa volatile tersebut.

2.4. Analisis Data

Data kemudian dianalisis secara statistik dengan ANOVA (*Analysis of Varians*). Apabila terdapat perbedaan nilai rerata yang nyata dilanjutkan dengan uji beda rata-rata *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) Taraf 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji daya Hambat Bakteri *Azotobacter* Terhadap Pertumbuhan *C. orbiculare* Secara *In vitro*

Berdasarkan hasil uji daya hambat bakteri *Azotobacter* terhadap pertumbuhan jamur *C. orbiculare* secara *in vitro* menunjukkan bahwa bakteri *Azotobacter* sp. mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *C. orbiculare* dengan persentase daya hambat berkisar antara 85,17% sampai dengan 86,81% pada pengamatan 7 HSI (Tabel 1). Nilai rata rata luas koloni jamur *C. orbiculare* dan persentase daya hambat yang tertinggi ditunjukkan pada perlakuan bakteri *Azotobacter* isolat Pp3 yaitu sebesar 455,2mm² dengan persentase daya hambat sebesar 86,81%, diikuti perlakuan bakteri *Azotobacter* sp. isolat PD23 sebesar 469,8mm² dengan persentase daya hambat 86,40%, perlakuan bakteri *Azotobacter* sp. isolat PD23x sebesar 492,75mm² dengan persentase daya hambat sebesar 85,74%, perlakuan bakteri *Azotobacter* sp. isolat PD3 sebesar 512,25mm² dengan persentase daya hambat sebesar 85,17% apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan luas koloni jamur *C. orbiculare* tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol sebesar 3455,8 mm².

Tabel 1. Luas Koloni *C. orbiculare* dan daya hambat bakteri isolat *Azotobacter* sp. terhadap pertumbuhan *C. orbiculare* pada pengamatan 7HSI

Perlakuan	Luas Koloni (mm ²)	Laju Pertumbuhan Koloni (mm ² /hari)	Daya Hambat (%)
Pp3	455,2 a	65,02	86,81
PD3	512,25 a	73,17	85,17
PD23	469,8 a	67,11	86,40
PD23x	492,75 a	70,39	85,74
Kontrol	3455,8 b	493,68	00,00

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT tarat 5%

Perlakuan bakteri *Azotobacter* mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. orbiculare* secara *In vitro*. Koloni jamur *C. orbiculare* dapat tumbuh secara normal dengan laju pertumbuhan koloni sebesar 493,68 mm²/hari. Sedangkan jamur *C. orbiculare* yang diuji dengan perlakuan bakteri *Azotobacter* pertumbuhannya terhambat. Laju pertumbuhan koloni pada perlakuan bakteri *Azotobacter* isolat PD3 sebesar 73,17mm²/hari; pada perlakuan bakteri *Azotobacter* isolat PD23x sebesar 70,39mm²/hari; pada perlakuan bakteri *Azotobacter* isolatePD23 sebesar 67,11mm²/hari; dan laju pertumbuhan koloni jamur *C. orbiculare* terendah ditunjukkan pada perlakuan bakteri *Azotobacter* isolate Pp3 sebesar yaitu 65,02mm²/hari.

Mekanisme antagonisme bakteri *Azotobacter* isolat Pp3 terhadap jamur *C. orbiculare* adalah antibiosis, hal ini dibuktikan dengan adanya zona hambatan atau

zona bening diantara *C. orbiculare* dan bakteri tersebut. Zona bening merupakan suatu mekanisme penghambatan akibat senyawa antijamu rang dihasilkan bakteri isolate Pp3. Bakteri *Azotobacter* isolat Pp3 diduga menghasilkan senyawa yang memiliki aktivitas antijamu yang merusak dinding sel jamur *C. orbiculare*.

3.2 Uji Daya Hambat Filtrat Bakteri *Azotobacter* Isolat Pp3 Terhadap Pertumbuhan *C. orbiculare* Secara *In vitro*

Hasil uji daya hambat *Azotobacter* sp. isolat Pp3 terhadap jamur *C. orbiculare* secara *in vitro* yang menunjukkan bahwa filtrat *Azotobacter* sp. isolat Pp3 mampu menekan pertumbuhan jamur *C. orbiculare*. Setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda terhadap pertumbuhan jamur *C. orbiculare* pada pengamatan 7 HSI. Semakin tinggi konsentrasi filtrat *Azotobacter* sp. isolat Pp3 maka semakin tinggi persentase daya hambat yang dihasilkan (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase Daya Hambat Filtrat Bakteri isolat Pp3 terhadap jamur *C. orbiculare*

Perlakuan / Konsentrasi Filtrat	Luas Koloni (mm ²)	Daya Hambat (%)
10%	321,75 b	91,53
20%	215,5 c	94,33
30%	75,25 d	98,02
40%	52,4 e	98,62
50%	38,4 f	98,99
Kontrol	3803 a	-

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrat bakteri isolat Pp3 dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. orbiculare*. Luas koloni pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata. Persentase daya hambat tertinggi ditunjukkan pada konsentrasi filtrat 50% yaitu sebesar 98,99% dengan luas koloni sebesar 38,4mm², konsentrasi 40% dengan luas koloni sebesar 52,4 mm² dan persentase daya hambat 98,62%, konsentrasi 30% dengan luas koloni sebesar 75,25 mm² dan persentase daya hambat 98,02%, konsentrasi 20% luas koloni sebesar 215,5 mm² dan persentase daya hambat 94,33%, konsentrasi 10% dengan luas koloni sebesar 321,75 mm² dan persentase daya hambat sebesar 91,53%, jika dibandingkan dengan luas koloni kontrol sebesar 3803 mm² pada pengamatan 7 HSI.

Menurut Wibisono *et al.*, (2014), bahwa standart kualitas uji daya hambat agen hayati yang baik yaitu memiliki kemampuan penghambatan $\geq 70\%$ secara *in vitro*, sehingga isolat Pp3 memiliki potensi sebagai agen antagonis yang dapat dimanfaatkan. Berdasarkan pernyataan tersebut, kemampuan bakteri *azotobacter* isolat Pp3 dalam menghambat jamur *C. orbiculare* termasuk dalam kategori

dayahambat yang kuat, hal ini dikarenakan memiliki persentase daya hambat sebesar >70% pada konsentrasi 10% sampai dengan 50%.

3.3 Identifikasi Senyawa pada Filtrat Bakteri Isolat Pp3 dengan Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Hasil GCMS menunjukkan bahwa terdapat 17 senyawa yang teridentifikasi pada filtrat bakteri *Azotobacter* sp. isolate Pp3 (Tabel 3). Senyawa tersebut yaitu: 2,4-Dichlorobenzaldehyde; 3,3-dimethylbutylbis (trifluoromethyl) borane methylglycine; 2,5-Dimethoxy-3,6-dinitrobenzaldehyde; 1,2-Diethyl-5-undecylpyrrolidine; 2-Acetyl-3-(2,4-dichlorophenyl)-5-(2,4-dichlorostyryl)-3,4-dihydrophenoxy] difluoroborane; 1-(3,4-dichlorophenyl) cyclopropanecarboxylic acid; Acetamide, N-(3,4,5-tribromophenyl)-2-chloro-; 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4h-pyran-4-one; 2,4,5-Triseleno-1,3-diborole, 1,3-bis (2,3-dimethylbut-2-yl)-; Pentanal, 5-hydroxy-, (2,4-dinitrophenyl) hydrazone; Dithiocarbamate, S-methyl-, N-(2-methyl-3-oxobutyl)-; 2-Pentyn-1-ol; 1-Chloro-2-methyl-1-morpholino-1,3-butadiene; Silane, [[3-(3-bromophenyl)-3-butenyl]oxy]trimethyl; Cyclohexaneethanethiol; Acetamide, 2,2,2-trifluoro-n-hexyl; 1,5-Triazin-2-amine, 4,6-dichloro-N-(4-chlorophenyl)-.

Tabel 3. Senyawa yang teridentifikasi dalam filtrat Pp3 dengan pelarut metanol

Peak	Waktu Retensi	% Area	Komponen Kimia	Aktivitas Biologi	Referensi
1	3,678	7,40	2,4 Dichlorobenzaldehyde	Antijamur	Surahmaida <i>et al</i> (2018)
2	5,043	9,29	3,3-dimethylbutylbis (trifluoromethyl) boranemethylglycine	Antijamur dan Antibakteri	Surahmaida <i>et al</i> (2018)
3	5,669	2,76	2,5-Dimethoxy-3,6-dinitrobenzaldehyde	Antioksidan dan antibakteri	Budjijanto <i>et al</i> , (2008)
4	7,004	10,58	1,2-Diethyl-5-undecylpyrrolidine	Antimikroba	Nasr dan Gineinah, (2002).
5	8,885	1,39	2-Acetyl-3-(2,4-dichlorophenyl)-5-(2,4-dichlorostyryl)-3,4-dihydrophenoxy] difluoroborane	Antibakteri	Raju <i>et al</i> , (2015)
6	8,933	6,72	1-(3,4-dichlorophenyl) cyclopropane carboxylic acid	Antijamur antikanker	Surahmaida <i>et al</i> (2018)
7	8,984	3,39	Acetamide, N-(3,4,5-tribromophenyl)-2-chloro-	Antijamur	Budjijanto <i>et al</i> (2008) Surahmaida <i>et al</i> (2018)
8	9,164	23,19	2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4h-pyran-4-one	Antioksidan Antimikroba Antijamur Pencahar Antikanker	Rajasekar <i>et al</i> (2014) Mohammed <i>et al</i> (2016)

Tabel 3 Lanjutan

9	10,208	2,37	2,4,5-Triseleno-1,3-diborole,1,3-bis(2,3-dimethylbut-2-yl)-	Antijamur dan Antibakteri	Kovalskiy <i>et al.</i> (2008)
10	10,614	2,52	Pentanal,5-hydroxy-, (2,4-dinitrophenyl) hydrazone	Antioksidan Antijamur, Antimikroba	Budjijanto <i>et al.</i> (2008)
11	11,525	2,98	Dithiocarbamate, S-methyl-,N-(2-methyl-3-oxobutyl)-	Antioksidan Antijamur dan Antibakterial	Mohammed <i>et al.</i> (2016)
12	11,655	2,29	2-Pentyn-1-ol	Antimikroba	Jadhav <i>et al.</i> (2014)
13	11,892	2,68	1-Chloro-2-methyl-1-morpholino-1,3-butadiene	Antijamur dan Antimikroba	Santoso <i>et al.</i> (2002)
14	12,273	10,02	Silane, [[3-(3-bromophenyl)-3-butenyl]oxy]trimethyl-	Antimikroba Antijamur	Mohammed <i>et al.</i> (2016)
15	13,333	6,88	Cyclohexaneethanethiol	Antioksidan	Budjijanto <i>et al.</i> (2008)
16	13,352	5,19	Acetamide,2,2,2-trifluoro-n-hexyl	Antijamur	Mohammed <i>et al.</i> (2016)
17	17,023	0,33	1,3,5-Triazin-2-amine,4,6-dichloro-N-(4-chlorophenyl)-	Antikanker Antioksidan	Budjijanto <i>et al.</i> (2008)
					Mohammed <i>et al.</i> (2016)

Berdasarkan hasil analisis GCMS dan Pustaka terdapat 17 senyawa terdeteksi dalam filtrat *Azotobacter* sp. isolat Pp3 yang sebagian besar senyawa tersebut termasuk ke dalam golongan senyawa yang memiliki aktivitas antijamur, seperti golongan senyawa fenol dan furanon, kemudian terdapat senyawa-senyawa antioksidan, antikanker, antimikroba dan lainnya seperti golongan pyran, maltol, dan katekol.

Beberapa senyawa antijamur yang termasuk kedalam senyawa Fenol (Cyclohexaneethanethiol; 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-Pyran-4-one; 2,4 Dichlorobenzaldehyde; Pentanal,5-hydroxy-, (2,4-dinitrophenyl) hydrazone; Silane, [[3-(3-bromophenyl)-3-butenyl]oxy]trimethyl-;). Beberapa senyawa antijamur yang termasuk kedalam senyawa antijamur Furanon (Acetamide,2,2,2-trifluoro-n-hexyl; 2,4,5-Triseleno-1,3-diborole,1,3-bis(2,3-dimethylbut-2-yl)-; Acetamide, N-(3,4,5-tribromophenyl)-2-chloro-; 3,3-dimethylbutylbis (trifluoromethyl) boranemethylglycine; 2-Acetyl-3-(2,4-dichlorophenyl)-5-(2,4-dichlorostyryl)-3,4-dihydrophenoxy] difluoroborane). Senyawa yang termasuk ke dalam senyawa Pyran (1-(3,4-dichlorophenyl) cyclopropane carboxylic acid; 1,3,5-Triazin-2-amine,4,6-dichloro-N-(4-chlorophenyl)-). Senyawa-senyawa termasuk kedalam maltol (1-Chloro-2-methyl-1-morpholino-1,3-butadiene; 2-Pentyn-1-ol; 1,2-Diethyl-5-undecylpyrrolidine). Senyawa-senyawa yang termasuk kedalam senyawa Katekol (Dithiocarbamate, S-methyl-,N-(2-methyl-3-oxobutyl)-; 2,5-Dimethoxy-3,6-

dinitrobenzaldehyde). Senyawa fenol dan turunannya seperti flavonoid dan tanin merupakan salahsatu antijamur yang bekerja dengan mengganggu fungsi membran sitoplasma (Octora *et al.*, 2019). Mekanisme senyawa fenol dalam menghambat pertumbuhan jamur adalah senyawa fenol masuk ke dalam sel dan membentuk ikatan dengan protein membran sel. Selanjutnya senyawa fenol akan berinteraksi dengan protein membrane sel melalui proses absorbs dengan membentuk ikatan hydrogen yang terikat pada bagian hidrofilik dari membran sel. Kerusakan pada membrane sel akan menyebabkan perubahan permeabilitas pada membrane sel yang kemudian mengakibatkan hancurnya membrane sel jamur sehingga semakin tinggi kadar senyawa fenol maka semakin kuat senyawa fenol tersebut dalam menghambat pertumbuhan jamur.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Bakteri *Azotobacter* isolate Pp3 mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. orbiculare* dengan persentase daya hambat sebesar 86,81%, jika dibandingkan dengan control pada pengujian secara *in vitro*. Filtrat bakteri isolate Pp3 pada konsentrasi 10%-50% mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. orbiculare* dengan persentase daya hambat berturut-turut sebesar 91,53%,94,33%,98,02%, 98,62%, dan 98,99% jika dibandingkan dengan kontrol pada pengujian secara *in vitro*. Filtrat bakteri isolat Pp3 mengandung 11 senyawa antijamur dari 17 senyawa yang teridentifikasi yaitu 2,4 Dichlorobenzaldehyde; 3,3-dimethylbutylbis(trifluoromethyl)boranemethylglycine; 1-(3,4-dichlorophenyl)cyclopropanecarboxylicacid; Acetamide,N-(3,4,5-tribromophenyl)-2-chloro-; 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4h-pyran-4-one; 2,4,5-Triselen-1,3-diborole,1,3-bis(2,3-dimethylbut-2-yl)-; Pentanal,5-hydroxy-,(2,4-dinitrophenyl)hydrazone; Dithiocarbamate, S-methyl-,N-(2-methyl-3-oxobutyl)-;1-Chloro-2-methyl-1-morpholino-1,3-butadiene; Silane,[[3-(3-bromophenyl)-3-butenyl]oxy]trimethyl-; Acetamide,2,2,2-trifluoro-n-hexyl.

Daftar Pustaka

- Al, M. J., dan G,J, Mohammed. 2016. Anti-bacterial, Antifungal Activity and Chemical Analysis of *Punica grantanum* (Pomegranate peel) Using GC-MS and FTIR Spectroscopy.
- Arimbawa, I.M., G.N. A.S, Wiryaa., I.M, Sudana., dan I.M, Winantara. 2019. Isolasi dan Seleksi Bakteri Antagonis untuk Pengendalian Penyakit Busuk Batang Panili (*Vanilla planifolia* Andrews) Secara *In Vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* ISSN,2301,6515.
- Bawantari, N. K. S., D. N, Suprpta., dan K, Khalimi. 2020. Uji antagonistic *Bacillus siamensis* dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* KLCR2 penyebab penyakit antraknosa pada buah cabairawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* ISSN,2301,6515
- Bawamenewi, F. 2017. Aktivitas Antimikroba dan Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Söfö-Söfö (*Acmella cf*) dan Famatö Gahe Mbuyuwu

- (*Polygonum barbatum* L.) Asal Nias (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Budijanto, S., R. Hasbullah., S. Prabawati., dan I. Zuraida. 2008. Identifikasi dan uji keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 5(1), 32-40.
- Jadhav, L. F., S. A. H. Kadhim., dan I. H. Hameed. 2014. Screening of Natural Bioactive Chemical Compounds of Fruit Extract of *Tribulus Terrestris* and Investigation of Its Anti-microbial Effect. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(8).
- Khalimi, K., dan T. A. Phabiola. 2021. Identifikasi Senyawa Antijamur dari Agens Hayati Rizoplan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN, 2301, 6515*.
- Kiessoun K., A. Souza., N.T.R. Meda., A.Y. Coulibaly., M. Kiendrebeogo., A. Lamien-Meda., M. Lamidi., J. Millogo-Rasolodimby., O.G. Nacoulma. 2010. Polyphenol Contents, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Six Malvaceae Species Traditionally used to Treat Hepatitis B in Burkina Faso, *European Journal of Scientific Research*, 44(4): 570-580
- Kovalskyi, D.J., F.R. Pinu, K.A. Kouremenos, M.M. Poojary, V.K. Narayana, B.A. Boughton, K. Kanojia, S. Dayalan, O.A.H. Jones & D.A. Dias. 2008. Review of recent developments in GC-MS approaches to metabolomics based research. *Metabolomics*. 14:152.
- Li, H., L. Liu., S. Zhang., W. Cui., dan J. Lv. 2012. Identification of antifungal compounds produced by *Lactobacillus casei* AST18. *Current microbiology*, 65(2), 156-161.
- Nasr, M. N., dan M. M. Gineinah. 2002. Pyrido [2, 3-d] pyrimidines and Pyrimido [5', 4': 5, 6] pyrido [2, 3-d] pyrimidines as New Antiviral Agents: Synthesis and Biological Activity. *Archiv der Pharmazie: An International Journal Pharmaceutical and Medicinal Chemistry*, 335(6), 289-295.
- Octora, D. D., Marbun, R.A.T., Koto, R. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Pirdot (*Saurauia Vulcani* Korth.) Terhadap Bakteri *Salmonella* Thypi. *Jurnal Farmasi* 2(1): 40-45.
- Paulitz, T., B. Nowak-Thompson., P. Gamard., E. Tsang., dan J. Loper. 2000. A novel antifungal furanone from *Pseudomonas aureofaciens*, a biocontrol agent of fungal plant pathogens. *Journal of Chemical Ecology*, 26(6), 1515-1524.
- Vauthey, S., S. Santoso., H. Gong., N. Watson., dan S. Zhang. 2002. Molecular self-assembly of surfactant-like peptides to form nanotubes and nanovesicles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(8), 5355-5360.
- Surahmida, S., T.P.L. Sudarwati., dan J. Junairiah. 2018. Analisis gcm terhadap senyawa fitokimia ekstrak metanol *Ganoderma lucidum*. *Jurnal Kimia Riset*, 3(2), 147-155.
- Sinaga, P. P., K. Khalimi., dan D.N. Suprpta. 2020. Uji Aktivitas Antijamur *Bacillus siamensis* C7B terhadap Jamur *Colletotrichum scovillei* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Besar
- Raman, J. 2012. Response of *Azotobacter*, *Pseudomonas* and *Trichoderma* on growth of apple seedling. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, 40, 3-90