

POTENSI PENGENDALIAN GULMA TEKI DENGAN PESTISIDA HAYATI UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN PERAIRAN

Dimas Ganda Permana Putra¹⁾, Ahmad Habib Sholahuddin²⁾

¹⁾Magister Pengelolaan Sumberdaya Air Pertanian, Pascasarjana Universitas Jember
email: Dimasganda3@gmail.com

²⁾Magister Pengelolaan Sumberdaya Air Pertanian, Pascasarjana Universitas Jember
email:ah.habibsholahuddin17@gmail.com

Abstract

*The minimization of the existing river pollution is only at the level of control at the effluent source through the policy approach of determining the quality of wastewater. However, pollution control has not yet reached optimal results. Proven still high levels of pollution in the river. This indicates that there are sources of pollution from activities that have not been able to be controlled. Chemical pesticides, especially herbicides, are one of the contributors to water pollution. During this time the use of weed control by chemical means that rely on herbicides is preferred by farmers because of the fast way to show results. The rapid use of chemical herbicides continuously has negative effects on the environment, resulting in a certain weed becoming resistant and can also trigger the emergence of new, more aggressive weeds (Rahayu, 2003). The use of biological pesticides has a great opportunity for its development and is supported by the fact that in the weed puzzles (*Cyperus rotundus L.*) in Indonesia, several diseases have been detected in the leaf tissue, so the development of puzzle weed control using plant pathogens has the potential to reduce river pollution, especially in waters. This research is in a series to reduce the use of chemical pesticides and look for biological control agents that are potential as biological pesticides in weed puzzles (*Cyperus rotundus L.*).*

Keywords : *Pollution, Gracess, Pesticides*

1. PENDAHULUAN

Pelepasan zat kimia berkaitan dengan penggunaan pestisida untuk melindungi tanaman dan hewan dari penyakit. Bahan kimia lainnya mempercepat pertumbuhan biota serta melestarikan dan meningkatkan kualitas, ukuran, dan penampilan produk biologi. Dampak terhadap lingkungan dihasilkan oleh difusi bahan kimia melalui perputaran sistem dan kontaminasi dalam air, tanah, dan spesies (melalui rantai makanan). Konvensi Stockholm tentang Bahan Pencemar Organik Persisten (POPs) bertujuan untuk menghilangkan atau membatasi produksi dan penggunaan POPs. Stockholm mengidentifikasi 12 bahan kimia atau kelompok kimia untuk tindakan prioritas, yaitu Aldrin, Chlordane, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, PCBs, Polychlorinated Dioksin dan Polychlorinated Furan.

Pengendalian secara hayati dengan pemanfaatan patogen tumbuhan memberikan sebuah alternatif selain penggunaan pengendalian secara kimiawi, karena bersifat efektif, aman, selektif dan praktis (Charudattan, 1985). Beberapa jenis jamur patogen bahkan telah diformulasikan menjadi bioherbisida dan telah dipasarkan seperti jamur *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) Sacc. f.sp. *aeschynomenes* dengan nama dagang COLLEGO untuk digunakan dalam mengendalikan gulma berdaun lebar *Aeschynomenes virginica*. Sebagaimana dilaporkan oleh Fauzi *et al.*, (1999), bahwa perkembangan penyakit yang

terjadi pada gulma yang disebabkan oleh jamur karat sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban tinggi (lama kebasahan daun), dimana jamur karat akan berkembang dengan pesat pada suhu rendah dan pada kebasahan daun yang lebih lama (12 jam). Pada percobaan dengan jamur *Fusarium* sp. yang dilaporkan pada penelitian di tumbuhan enceng gondok menunjukkan juga bahwa perkembangan penyakit dipengaruhi oleh suhu dan kebasahan daun.

Penggunaan agens pengendali hayati mempunyai peluang besar untuk pengembangannya dan didukungnya dengan bahwa pada gulma teki (*Cyperus rotundus* L.) di Indonesia ditemukan beberapa yang terserang penyakit pada jaringan daunnya, maka pengembangan pengendalian gulma teki dengan menggunakan patogen tumbuhan dapat diharapkan. Penelitian ini merupakan dari serangkaian untuk mengetahui jamur yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati pada gulma teki (*Cyperus rotundus* L.). Pada tahap akhir penelitian ini diharapkan spesies jamur yang berpotensi untuk tujuan pengendalian dapat teridentifikasi dan yang berpotensi ramah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini penggunaan pestisida merupakan suatu hal yang sulit dipisahkan dengan kegiatan pertanian khususnya dalam budidaya tanaman padi di sawah guna meningkatkan produk baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pestisida yang digunakan pada lahan pertanian sawah, terutama pada awal musim tanam sebagian atau bahkan seluruhnya akan jatuh dan masuk ke dalam air sehingga mencemari perairan. Terbukti dari hasil penelitian Ekaputri (2001) yang menunjukkan bahwa perairan Sungai Ciliwung, Jawa Barat yang mengalir melewati daerah Bogor, Depok, dan Jakarta mengandung residu insektisida endosulfan dengan konsentrasi berkisar antara 0,7- 4,0 µg/L. Selain itu, Taufik *et al.* (2003) juga melaporkan bahwa perairan tambak serta saluran irigasi di Kabupaten Brebes, Jawa

Tengah telah tercemar oleh insektisida endosulfan yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan dengan konsentrasi secara berturut-turut sebesar 2,7 dan 3,2 µg/L. Perairan yang tercemar oleh residu pestisida apabila telah mencapai konsentrasi tertentu akan sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan organisme akuatik yang hidup di dalamnya.

Proses pengendalian gulma teki (*Cyperus rotundus* L.) diantaranya secara kimia dan mekanik, serta penggunaan organisme hidup. Selama ini penggunaan pengendalian gulma dengan cara kimia yang mengandalkan herbisida lebih dipilih oleh petani karena cara yang cepat memperlihatkan hasilnya. Herbisida adalah suatu senyawa kimia yang digunakan sebagai pengendali gulma tanpa mengganggu tanaman pokok (Einhellig, 1996). Pesatnya penggunaan herbisida kimia secara terus menerus menimbulkan efek negatif bagi lingkungan, mengakibatkan suatu gulma tertentu menjadi resisten dan juga dapat memicu timbulnya gulma baru yang lebih agresif (Rahayu, 2003). Dimasa yang akan datang cara pengendalian ini akan semakin banyak mengalami tantangan dikarenakan perkembangan herbisida dihadapkan pada kebutuhan senyawa kimia yang lebih spesifik dengan biaya pengembangan yang semakin meningkat dan penurunan permintaan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dengan judul “Potensi Pengendalian Gulma Teki Dengan Pestisida Hayati Untuk Mengurangi Pencemaran Perairan” dilaksanakan di Green House dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini media PDA, alkohol, aquades, gulma teki, tanah, pasir, isolat jamur terkoleksi hasil eksplorasi.

3.1.2 Alat

Cawan petri, tabung reaksi, kertas alumunium, shaker, pinset, kotak inokulasi, Hemasitometer, timbangan, autoclaf, erlenmeyer, laminar air flow, oven, gelas ukur, kantung plastik, jarum ose, mikroskop, polybag, laptop, kamera, dan alat tulis menulis.

3.2 Pelaksanaan Penelitian

3.2.1 Penyajian data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk deskriptif dengan metode percobaan :

1. Mengembangkan koloni jamur secara in vitro
2. Karakterisasi/Identifikasi
 - a. Pengujian secara makroskopis
 - b. Pengujian secara mikroskopis
3. Pengujian virulensi jamur hasil eksplorasi secara in vivo
4. Studi litelarur sekunder

Pengujian lanjutan menggunakan metode Postulach Koch. Langkah dari metode Postulach Koch diantaranya :

1. Isolasi adalah pengambilan isolat dari hasil eksplorasi.
2. Reisolasi adalah pengambilan hasil isolasi untuk dijadikan isolat murni.
3. Inokulasi adalah penginfeksian isolat murni ke dalam inang.
4. Isolasi/Identifikasi adalah pengujian ulang hasil inokulasi.

3.3 Parameter Pengamatan

3.3.1 Kejadian Penyakit

Kejadian penyakit dihitung berdasarkan persentase tanaman terserang pada waktu pengamatan, yakni pada hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, hari ke-12, hari ke 15 dan hari ke 18 Hsi.

$$P = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan : P = Persentase kejadian penyakit.
a = Jumlah tanaman terserang.
N = Jumlah tanaman keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

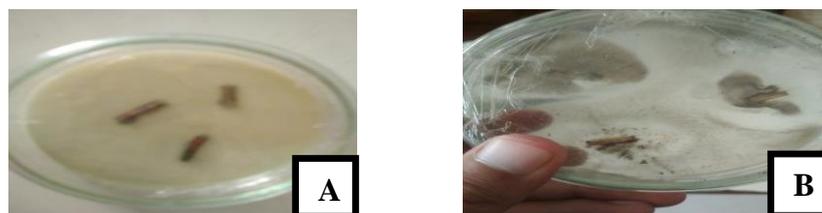
4.1 Hasil

4.1.1 Gejala Serangan Jamur Patogenik Pada Gulma Teki

Karakteristik gulma teki hasil eksplorasi yang berada pada sekitaran tanaman pangan, yang diduga terserang jamur patogenik ditunjukkan dengan ciri gejala serangan pada bagian jaringan daun terdapat bercak coklat yang dikelilingi warna kekuningan dan ujung daun mengalami kering.

4.1.2 Hasil Isolasi Jaringan Daun Gulma Teki

Jamur yang di isolasi dari jaringan daun gulma teki pada masa inkubasi selama 7 hari merupakan isolat masih heterogen kemudian dilakukan pemisahan untuk mendapatkan isolat murni.



Gambar 4.1 Hasil Isolasi A. Potogan daun gulma teki pada media PDA. B. Pertumbuhan beberapa jamur hasil isolasi.

Jamur endofit yang berhasil diisolasi dari gulma teki terdapat empat spesies. *Curvularia* sp., *Aspergillus* sp., *Puccinia* sp., dan terdapat satu jamur yang tidak dapat teridentifikasi. Jamur ini merupakan jamur yang bersifat saprofit dan merupakan jamur yang tidak umum ditemukan berasosiasi dengan tanaman budidaya lainnya. Jamur *Aspergillus* sp. juga ditemukan sering berasosiasi dengan gulma teki yang terinfeksi, namun tidak sesering jamur *Curvularia* sp.

Tabel 4.1 Diameter Koloni Jamur Hasil Isolasi Pada Gulma Teki

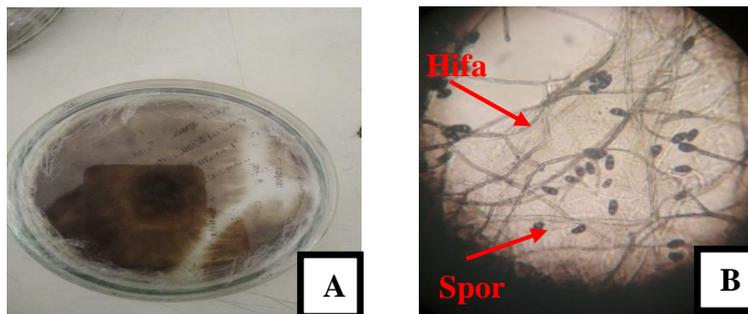
No	Jamur Teridentifikasi	Diameter Jamur pada Hari Ke-				
		3	6	9	12	15
1	<i>Curvularia</i> sp	2,5cm	5cm	7,5cm	8cm	9cm
2	<i>Aspergillus</i> sp	0	3cm	3cm	3cm	3cm
3	Jamur x	0,5	3cm	3,4cm	3,8cm	4cm
4	<i>Puccinia</i> sp	1 cm	3,5cm	3,8cm	4cm	6cm

Perhitungan koloni jamur endofit hasil eksplorasi didapatkan pada diameter jamur *Curvularia* sp. memiliki pertumbuhan yang cepat dibandingkan dengan jamur *Aspergillus* sp. dan *Puccinia* sp. yaitu pada hari ke 3 memiliki panjang diameter 2,5 cm, hari ke 6 panjang diameter 5 cm, hari ke 9 panjang diameter 7,5 cm, hari ke 12 panjang diameter 8 cm, hari ke 15 panjang diameter 9cm.

Tabel 4.2 Pengujian Jamur Hasil Isolasi Pada Gulma Teki

No	Jamur Teridentifikasi	Kejadian Penyakit pada Hari Ke-					
		3	6	9	12	15	18
1	<i>Curvularia</i> sp	0%	0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%
2	<i>Aspergillus</i> sp	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Jamur x	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	<i>Puccinia</i> sp	0%	0%	0%	0%	0%	0%

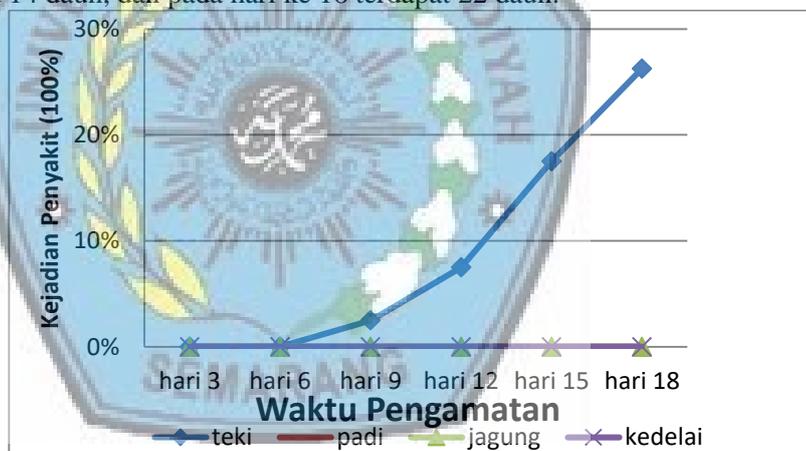
Penetrasi *Curvularia* sp. melalui jaringan tanaman, serangan patogen terjadi pada masa pertumbuhan vegetatif. Spora jamur berkecambah pada bagian bawah daun. Proses perkecambahan spora diperlukan suhu yang sesuai dengan kelembaban lingkungan. Inokulasi jamur *Curvularia* sp. pada gulma teki yang telah dilakukan inokulasi dengan cara disemprot. Keadaan basah atau bentuk lapisan air ini harus berlangsung cukup lama sampai patogen mampu masuk atau melakukan penetrasi ke dalam sel melalui jaringan melalui stomata. Pada saat inokulasi dilakukan pada sore hari dikarenakan untuk memaksimalkan penetrasi dengan suhu dan kelembaban yang mendukung.



Gambar 4.2. Penampangan A. Koloni Jamur *Curvularia* sp , B. Konidia Jamur *Curvularia* sp

4.1.3 Kemampuan Hidup Jamur *Curvularia* sp.

Kemampuan dari patogenisitas jamur *Curvularia* sp. pada saat menginfeksi gulma teki dan pengujian pada tanaman budidaya dapat diketahui pada waktu pengamatan setelah inokulasi dengan rentang waktu pada hari ke 3, hari ke 6, hari ke 9, hari ke 12, hari ke 15 dan hari ke 18, sedangkan pada tanaman budidaya padi tidak terjadi serangan dengan diketahui dari presentase kejadian serangan. Pada hari ke 3 tidak terjadi serangan dan di notasikan dalam bentuk angka 0, hari ke 6 tidak terdapat serangan 0, hari ke 9 terdapat 2 daun tanaman yang menunjukkan gejala serangan, pada hari ke 12 terdapat 6 daun, pada hari ke 15 terdapat 14 daun, dan pada hari ke 18 terdapat 22 daun.



Gambar 4.3 Grafik Kejadian Penyakit

4.1.4 Isolasi dan Identifikasi Hasil Inokulasi

Gulma teki yang telah terinokulasi jamur *Curvularia* sp. kemudian dilakukan pengambilan sampel daun yang tersarang. Daun yang telah tersarang dipotong pada bagian yang terdapat bercak coklat dan ditumbuhkan pada media PDA dan dipisahkan hingga mendapatkan isolat murni kemudian dilakukan identifikasi untuk memastikan yang menyerang memang benar merupakan jamur *Curvularia* sp.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Residu Air

Residu pada Air Perairan bertindak sebagai suatu tempat penampungan utama bagi residu pestisida yang persisten. Masuknya pestisida ke dalam perairan melalui berbagai jalur, antara lain: pemakaian langsung untuk membasmi hama tanaman, buangan limbah perkotaan dan industri, limpasan dari areal persawahan, pencucian melalui tanah, penimbunan aerosol dan partikulat, curah hujan dan penyerapan dari fase uap pada antar

fase udara-air. Masalah ini perlu mendapat perhatian serius karena residu pestisida (insektisida) ada yang bersifat *karsinogenik* yang tentunya dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Penyebaran pencemaran dalam lingkungan perairan sangat dipengaruhi oleh sejumlah proses pengangkutan interaktif seperti penguapan, presipitasi dari udara, pencucian, dan aliran. Proses penguapan berdampak pada turunnya kepekatan dalam air, sedangkan yang lainnya termasuk presipitasi dari udara, pencucian, dan aliran akan meningkatkan kepekatan (Haque *et al.*, 1980).

Pestisida	Kosentrasi residu (mg/L)	Batas maksimum residu (mg/L)
Organoklorin : Aldin	0,0001	0,02
Karbanat : MIPC	0,0008-0,0013	0,1
BPMC	0,0002	0,1
Karbofuran	0,0007-0,0010	0,1

Keterangan :

- Angka kisaran menunjukkan kosentrasi residu pestisida yang terdeteksi pada lebih satu lokasi
- Berdasarkan kriteria air golongan C yaitu untuk kebutuhan pertanian dan perikanan menurut Standart Nasional Indonesia (SNI) No ; 01-6366-2000

4.2.2 Perlakuan Jamur

Perlakuan jamur hasil eksplorasi dilapang dilakukan pengujian dengan cara pengambilan sampel untuk diisolasi dengan pemotongan pada perbatasan daerah yang sakit dan sehat pada permukaan daun tanaman yang terserang yang ditandai dengan terdapat bercak coklat di sekitar daun. Potongan tersebut dimasukkan ke dalam 9 ml aquades selama 1 menit kemudian dimasukkan ke dalam alkohol 1 ml selama 1 menit dan direndam kembali dengan aquades selama 1 menit, potongan diletakkan di atas tissue lalu digoreskan pada media dengan jarum ose dalam kondisi steril di Laminar Air Flow. Cawan petri yang digunakan diberi label, dan ditutup dengan plastik wrap. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan mencatat mulai tumbuh jamur, warna koloni, gambar bentuk koloni, dan ada tidaknya kontaminan.

Penginkulasian terhadap tanaman inang yang ditujukan untuk dapat mengetahui kemampuan reinokulasi setelah diambil dan ditumbuhkan pada media biakkan dari hasil observasi lapang. Gulma teki diberikan perlakuan pada umur satu minggu setelah tanam di semprotkan spora jamur *Curvularia sp.* dengan kerapatan $2,2 \times 10^6$ dengan perbandingan 3910 ml aquadest pada saat pengplikasian di sprayer yang bervolume 1 iter dengan jumlah polybag 20 buah dan diaplikasikan pada setiap pot berjumlah sepuluh tanaman sehingga setiap polibag mendapatkan perlakuan 195,5 ml. Kalibrasi dilakukan dengan cara pertama mengatur nozzle sehingga dapat diketahui besar kecilnya droplet, lalu menyiapkan gelas ukur untuk mengetahui jumlah volume sprayer yang keluar pada sekali semprot. Sprayer yang telah dikalibrasi pada sekali semprot dan tekanan yang sama memiliki jumlah volume semprot 0,75 ml.

Gejala awal penyakit yang disebabkan ini yaitu timbul bercak-bercak sempit pada daun berbentuk memanjang berwarna coklat kemerahan, sejajar dengan ibu tulang daun, dengan ukuran panjang kurang lebih 8 mm dan lebar 1-3,5 mm. Banyaknya bercak makin

meningkat pada waktu tanaman membentuk pupus daun baru. Infeksi yang terjadi pada daun gulma teki mengalami kerusakan struktur morfologi dan anatomi. Kerusakan struktur morfologi ditandai dengan perubahan warna daun menjadi kuning kecoklatan pada bagian-bagian tertentu di permukaan atas daun, bercak tersebut juga terdapat pada permukaan bawah daun dengan disertai adanya miselium berwarna coklat. Berdasarkan hasil pengamatan anatomi secara mikroskopis, kerusakan struktur anatomi ditandai dengan adanya kerusakan sel-sel penyusun jaringan antara lain jaringan palisade dan sponsa, serta ditemukan adanya hifa *Curvularia* sp yang masuk ke dalam stoma, ruang antar sel palisade, ruang antar sel sponsa. Purnomo (2006) menyatakan bahwa gejala (symptom) merupakan perubahan-perubahan morfologi maupun fisiologi yang dapat dilihat dan diamati dikarenakan serangan patogen. Perubahan tersebut mengakibatkan menurunnya kemampuan gulma teki untuk menyerap maupun mengedarkan zat-zat hara dan air ke seluruh bagian tanaman, sehingga tanaman akan mengalami penurunan aktivitas fotosintesis. Sel-sel yang terletak pada bercak kuning kecoklatan banyak mengalami kerusakan dan kematian sehingga menyebabkan dinding sel berubah menjadi berwarna lebih gelap serta terjadi perubahan pada warna kloroplas yang berubah menjadi kekuningan dibandingkan dengan sel yang masih sehat warna kloroplas masih terlihat hijau. Perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning kecoklatan tersebut disebabkan sebagian besar sel penyusun jaringan daun, terutama sel-sel penyusun jaringan mesofil yang mengandung kloroplas mengalami kerusakan.

Diketahui jamur patogen seperti *Curvularia* sp dapat hidup sebagai biotroph atau necrotroph pada tahap awal biotroph dan menjadi necrotroph pada tahap akhir infeksi. Gen patogenisitas mengatur pembentukan faktor patogenisitas seperti struktur infeksi, produksi enzim, metabolit sekunder, dan toksin. Biosintesis toksin dikendalikan oleh beberapa gen yang tergabung dalam suatu wilayah (cluster). Kerusakan pada gen-gen penyandi toksin tersebut dapat menekan patogenisitas patogen tetapi adapula yang tidak berpengaruh. Ekspresi gen-gen yang terlibat dalam patogenisitas fungi ditentukan oleh gen-gen signaling. Apabila bukan tanaman inang yang cocok maka gen tersebut tidak akan menyerang dan menginfeksi.

Gambar grafik menunjukkan bahwa gulma teki yang telah terinfeksi *Curvularia* sp. mulai menimbulkan gejala pada hari ke 9 ditunjukkan dengan hasil persentase serangan sebesar 3% setelah penginokulasian, dikarenakan jamur ini terlebih dahulu masuk kedalam jaringan tanamannya dan membentuk koloni untuk dapat menginfeksi setiap jaringan yang ditandai dengan adanya bercak coklat pada daun dan yang selanjutnya kejadian penyakit dari serangan jamur ini terus berkembang pada setiap harinya pada hari ke 12 terjadi serangan sebesar 8%, hari ke 15 terjadi serangan sebesar 18% dan pada hari ke 21 terjadi serangan sekitar 26%. Jamur *Curvularia* sp. tidak dapat membunuh sampai ke umbi gulma teki. Kemungkinan besar jamur ini hanya menekan pertumbuhan vegetatif dan generatif yang dibuktikan dari hasil daun yang mengalami nekrosis sehingga dapat menurunkan dan menekan daya kompetisinya dengan tanaman utama. Padi, jagung, kedelai yang sebagai tanaman budidaya untuk pengujian lanjutan tidak mengalami kejadian kerusakan setelah diberi perlakuan inokulasi jamur *Curvularia* sp. Hal ini diperkuat dengan pernyataan M.Fauzi (1998), bahwa selama ini jamur *Curvularia* sp. belum ditemukan berasosiasi atau menyerang dari tanaman budidaya dan menimbulkan kerusakan yang besar.

Pengujian terakhir yang dilakukan yaitu pengisolasian dan pengidentifikasian kembali dari hasil gulma teki yang telah ditanam pada media untuk membuktikan bahwa jamur yang menginfeksi merupakan jamur *Curvularia* sp. yang sengaja ditularkan. Setelah melakukan pengujian laboratorium maka ditemukan kembali terdapat jamur *Curvularia* sp. yang berasosiasi dalam jaringan gulma teki sehingga penggunaan jamur ini berpotensi sebagai agens pengendali hayati dikarenakan dapat menimbulkan kerusakan dan kematian

pada daun gulma teki sehingga proses fotosintesis dari gulma teki terganggu dan tidak menimbulkan gejala serangan pada tanaman budidaya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada gulma teki hasil eksplorasi terdapat jamur patogenik yang berpotensi menjadi agens pengendalian hayati yang ramah lingkungan.
2. Jamur patogenik yang ditemukan *Curvularia sp.* berpotensi menjadi agens pengendali hayati setelah diuji dengan metode Postulach Koch.

DAFTAR PUSTAKA

- Charudattan, R. 1985. The use of natural and genetically altered strains of pathogens for weed control. In M.A. Hoy and D.C.
- Einhellig FA. 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agron J.* 88:886-893.
- Fauzi, M.T., 1998. Biological Control of Parthenium Weed by *Puccinia abrupta* var. *partheniicola*. Ph.D. Thesis, The University of Queensland, Brisbane.
- Fauzi, M.T., A.J. Tomley, P.J. Dart, H.J. Ogle, and S.W. Adkins, 1999. The rust *Puccinia abrupta* var. *partheniicola*, a potential biocontrol agent of parthenium weed: Environmental requirements for disease progress. *Biological Control*, 14: 141-145.
- Haque, R., Falco, J., Cohen, S., & Riordan, C. 1980. Role of transport and fate studies in the exposure assessment and screening of toxic chemicals. In R. Haque (eds) *dynamic, Exposure, and Hazard Assessment of Toxic Chemicals*. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, p. 47-67.
- Lawal OA, Oyedeji AO. 2009. Chemical composition of the essential oils of *Cyperus rotundus* L. from South Africa. *Molecules*. 14:2909-2917.
- Rahayu ES. 2003. Peranan penelitian alelopati dalam pelaksanaan Low External Input and Sustainable Agriculture (LEISA). Bogor: Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Semangun, Haryono. 2000. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University. Yogyakarta
- Underwood, JCE. 1996. *Patologi Volume 1*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.