

Efikasi Ekstrak Air dan Pupuk Organik Cair Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Patogen *Alternaria solani* secara *In Vitro* dan *In Vivo*

Alfira Dewi Erawati¹, Endah Yulia^{2*}, dan Danar Dono²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Kampus Jatinangor KM 21, Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: endah.yulia@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 24-07-2023

Direvisi: 02-08-2023

Dipublikasi: 14-08-2023

ABSTRACT/ABSTRAK

Efficacy of *Moringa oleifera* water extract and liquid organic fertilizer against *Alternaria solani* in vitro and in vivo

Keywords:

Antifungal, Botanical pesticide, Leaf spot, Tomato

Leaf spot caused by *Alternaria solani* is an important disease in tomato plants. *Alternaria solani* infects tomato plants at any stage of plant growth and during any cropping season. The negative impact of the use of synthetic pesticides requires more environmentally friendly plant disease control such as utilization of botanical pesticide. Meanwhile, moringa is a plant that contains antifungal compounds that have the potential to reduce the growth of plant pathogens. This study aimed to test the effectiveness of water extract and liquid organic fertilizer (LOF) of moringa leaves in inhibiting the growth of *A. solani* and increasing the growth of tomato seedlings. The research was conducted at the Phytopathology Laboratory and greenhouse, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor from January to April 2023. The research method was carried out by poison food method for in vitro testing and seed treatment method, namely soaking tomato seeds with extracts for in vivo testing. The application of moringa LOF was conducted by spraying it onto the soil and plants. The results of in vitro test showed that concentrations of 2-5% of moringa leaf extract inhibited the colony growth by 46.8% and caused malformation in the hyphae of *A. solani*. The results of the in vivo study showed that 5% moringa extract + LOF was able to suppress the incidence of disease up to 77.8% and increased the vigor of tomato seedlings with higher seedling growth, greater number of leaves and higher seedling fresh weight.

Kata Kunci:

Antijamur, Bercak daun, Pestisida nabati, Tomat

Penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Alternaria solani* merupakan penyakit penting pada tomat. *Alternaria solani* mampu menginfeksi tanaman tomat pada setiap fase pertumbuhan tanaman sejak dari benih, bibit hingga fase generative pada hampir setiap musim tanam. Pengendalian penyakit bercak daun umum dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetik namun aplikasi yang tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Pemanfaatan pestisida nabati dapat menjadi alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Tanaman kelor merupakan tanaman yang berpotensi dalam menekan pertumbuhan jamur patogen karena mengandung senyawa antijamur. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan ekstrak air dan pupuk organik cair (POC) daun kelor dalam menghambat pertumbuhan *A. solani* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan rumah kaca Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor dari bulan

Januari-April 2023. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Pengujian pengaruh ekstrak air daun kelor terhadap *A. solani* dilakukan menggunakan metode makanan beracun dan pengujian pengaruh ekstrak dan POC daun kelor dengan metode perlakuan benih dan aplikasi pada tanah dan tanaman. Perlakuan berupa lima konsentrasi ekstrak 1-5%, kontrol dan fungisida propineb 0,25% serta aplikasi POC konsentrasi 5 ml/l pada pengujian *in vivo*. Hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa konsentrasi 2-5% menghambat pertumbuhan koloni jamur *A. solani* mencapai 46,8% dan menyebabkan malformasi hifa jamur *A. solani*. Hasil penelitian *in vivo* menunjukkan bahwa ekstrak kelor 5% + POC mampu menekan kejadian penyakit hingga 77,8% serta meningkatkan vigor bibit tanaman tomat dengan pertumbuhan bibit yang lebih tinggi, jumlah daun yang lebih banyak serta bobot basah bibit yang lebih besar.

PENDAHULUAN

Salah satu penyakit penting pada tanaman tomat adalah penyakit bercak daun (*early blight*) yang disebabkan oleh jamur *Alternaria solani*. Jamur *A. solani* menyerang tanaman tomat hampir di setiap musim dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang tinggi terutama jika tanaman yang digunakan merupakan varietas rentan dan kondisi lingkungan mendukung perkembangan penyakit (Roy *et al.*, 2019). Jamur *A. solani* memiliki tahap siklus hidup di tanah, benih, dan di udara serta dapat menyerang bibit, tanaman muda, dan yang paling umum menyerang tanaman dewasa (Adhikari *et al.*, 2017). Gejala yang muncul akibat infeksi *A. solani* berupa busuk pangkal batang, kanker batang, bercak pada batang, bercak atau hawar daun, dan busuk buah. Infeksi pada fase bibit akan menimbulkan bercak berwarna gelap yang terbentuk pada daun hipokotil, batang maupun daun muda serta bercak atau busuk pada pangkal batang sehingga dapat menyebabkan rebah semai (*damping-off*) atau bibit tidak mampu tumbuh dengan normal (Adhikari *et al.*, 2017; Roy *et al.*, 2019). Intensitas serangan *A. solani* pada tanaman tomat berkisar 31,04–53,94% yang dipengaruhi oleh varietas tanaman tomat (Widhayasa dkk., 2014).

Manajemen pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman sayuran termasuk tanaman tomat masih bergantung pada penggunaan pestisida sintetik yang seringkali aplikasinya dilakukan secara kurang bijaksana. Deliningrum (2019) menyatakan bahwa usaha tani tanaman tomat di wilayah Cikole, Bandung Barat banyak menggunakan pestisida sintetik terutama pada musim hujan dengan dosis takaran dan waktu penggunaan yang melebihi anjuran. Penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana akan

membawa dampak buruk bagi produk pertanian, petani pengguna, jasad bukan sasaran, dan lingkungan sekitar. Residu pada produk pertanian, keracunan bagi pengguna, meningkatnya resistensi patogen, kematian organisme bukan sasaran, serta pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan pada manusia disebutkan sebagai dampak yang mungkin timbul akibat penggunaan pestisida yang kurang bijaksana (Benu dkk., 2020; Munarso dkk., 2009; Pamungkas, 2016; Taufik, 2011; Wariki dkk., 2015; Yuantari dkk., 2015). Dengan demikian, untuk mempertahankan kelestarian lingkungan dan kekhawatiran akan dampak buruk penggunaan pestisida kimia perlu dilakukan pengendalian OPT yang berwawasan lingkungan (Hasyim dkk., 2015).

Beberapa komponen teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan di antaranya adalah pemanfaatan pestisida dan pupuk organik yang tidak hanya akan mengendalikan OPT tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman bahkan menginduksi ketahanan tanaman terhadap OPT (Hasyim dkk., 2015; Setiawati dkk., 2018). Penggunaan kompos plus dan pestisida alami asal *Azadirachta indica* dan *Ageratum conyzoides* dilaporkan dapat menekan penggunaan pupuk NPK sebesar 37,5% serta menekan penggunaan pestisida sintetik mencapai 60% (Setiawati dkk., 2018). Tanaman lain yang dapat digunakan sebagai sumber atau bahan pestisida dan pupuk organik adalah tanaman kelor mengingat kandungan nutrisi dan senyawa antimikroba yang dimiliki tanaman tersebut (Aminah dkk., 2015; Putra dkk., 2016).

Kelor merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang dikenal di banyak negara, bahkan termasuk ke dalam kelompok tanaman yang umum digunakan sebagai sediaan insektisida nabati skala rumahan yang dapat disiapkan secara sederhana

(Dougoud *et al.*, 2019; Singh *et al.*, 2020). Ahmadu *et al.* (2021) melaporkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung senyawa fitokimia yang sangat banyak. Kandungan senyawa tanaman kelor juga dilaporkan bersifat antijamur untuk patogen *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum musae* dan *Colletotrichum gloeosporioides* disamping dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Culver *et al.*, 2012; Gifoni *et al.*, 2012). Kelor juga memiliki kandungan nutrisi yang mampu mendorong pertumbuhan tanaman, sehingga berpotensi sebagai bahan dasar pupuk organik cair (POC). Nasira *et al.* (2021) melaporkan bahwa pemberian POC daun kelor meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan tanaman padi. Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa POC berpengaruh baik dalam pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat segar pada tanaman sawi (Ihsan dkk., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji keefektifan ekstrak dan POC daun kelor dalam upaya manajemen penyakit dan budi daya tanaman tomat yang sehat. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan ekstrak air dan POC daun kelor terhadap penghambatan pertumbuhan *A. solani* serta peningkatan pertumbuhan bibit tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan dari bulan Januari sampai bulan April 2023. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan rumah kaca Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.

Metode Percobaan dan Rancangan Perlakuan

Penelitian dilakukan menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk pengujian keefektifan ekstrak air daun kelor terhadap penghambatan pertumbuhan *A. solani* (*in vitro*) serta pengujian keefektifan ekstrak air dan POC daun kelor terhadap penekanan penyakit akibat *A. solani* pada bibit tanaman tomat (*in vivo*). Uji *in vitro* terdiri dari lima konsentrasi ekstrak daun kelor yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, perlakuan fungisida propineb 0,25% sebagai pembanding, dan perlakuan tanpa ekstrak sebagai kontrol yang diulang sebanyak empat kali (Tabel 1). Sementara itu, perlakuan yang diuji pada pengujian *in vivo* berupa perlakuan ekstrak konsentrasi 5% sesuai pertimbangan hasil *in vitro* dan konsentrasi 15% untuk mengetahui pengaruh penggunaan konsentrasi yang lebih tinggi, kontrol, serta fungisida propineb 0,25%. Metode yang digunakan pada perlakuan *in vivo* adalah *seed treatment* dan aplikasi POC melalui *soil drenching* dan *spraying* dengan total sembilan perlakuan yang diulang tiga kali (Tabel 2). Sebanyak 15 benih tanaman tomat digunakan pada setiap ulangan.

Tabel 1. Perlakuan efikasi ekstrak daun kelor terhadap penghambatan pertumbuhan *A. solani*

Kode perlakuan	Perlakuan
A	Kontrol (tanpa ekstrak)
B	Ekstrak air daun kelor 1%
C	Ekstrak air daun kelor 2%
D	Ekstrak air daun kelor 3%
E	Ekstrak air daun kelor 4%
F	Ekstrak air daun kelor 5%
G	Pembanding (fungisida propineb 0,25%)

Tabel 2. Perlakuan efikasi ekstrak dan POC daun kelor terhadap penekanan penyakit akibat *A. solani* dan pertumbuhan tanaman tomat

Kode perlakuan	Perlakuan
A	Kontrol – (benih sehat+direndam akuades)
B	Kontrol – (benih sehat+direndam akuades) + POC 5 ml/l
C	Kontrol + (benih sakit+direndam akuades)
D	Kontrol + (benih sakit+direndam akuades) + POC 5 ml/l
E	5% ekstrak (benih sakit+direndam ekstrak 5%)
F	5% ekstrak (benih sakit+direndam ekstrak 5%) + POC 5 ml/l
G	15% ekstrak (benih sakit+direndam ekstrak 15%)
H	15% ekstrak (benih sakit+direndam ekstrak 15%) + POC 5 ml/l
I	Pembanding (benih sakit+direndam propineb 0,25%) + POC 5 ml/l

Keterangan: Benih sakit = benih yang mengalami diskolorasi yang diambil dari buah tomat terinfeksi *A. solani*

Isolat Patogen *A. solani*

Isolat *A. solani* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Isolat *A. solani* ini diisolasi dari buah tomat yang bergejala yang diperoleh dari lahan petani di Desa Tanjungari, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang.

Penyiapan Serbuk Daun Kelor dan Pembuatan POC Daun Kelor

Daun kelor dalam bentuk serbuk untuk keperluan ekstrak dan POC daun kelor diperoleh dari *home industri* Bandung Herbal® berlokasi di wilayah Bandung Timur, Jawa Barat. Serbuk daun kelor disiapkan oleh Bandung Herbal® berdasarkan metode El-Mohamedy dan Abdalla (2014) serta Ndubuu (2015), yaitu daun kelor dipilih dari daun yang cukup tua/*lower mature leaves* (daun ke-6 dan di bawahnya) dan dipisahkan dari tangkainya. Kemudian daun dicuci di bawah air kran mengalir dan dikeringanginkan selama 3-5 hari di tempat teduh. Selanjutnya daun yang sudah kering dibuat serbuk dengan menggunakan blender. Pupuk Organik Cair daun kelor diproduksi oleh Bandung Herbal® dengan cara serbuk daun kelor 100 g ditimbang, kemudian direndam di dalam 5 l air. Setelah itu ditambahkan molase 100 g dan dekomposer (EM4) 100 ml. Siapan tersebut difermentasikan (anaerob) selama 14-20 hari.

Pembuatan Ekstrak Air Daun Kelor

Ekstrak daun kelor disiapkan sesuai dengan metode El-Mohamedy dan Abdalla (2014) serta Ahmadu *et al.* (2021). Ekstraksi dilakukan menggunakan air sebagai pelarut dengan mencampurkan 10 g serbuk daun kelor dengan 100 ml akuades steril (1:10; b/v) dalam labu Erlenmeyer, kemudian dikocok untuk menghomogenkan dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu 28±2°C agar senyawa yang terkandung pada serbuk kelor larut dalam air. Setelah 24 jam, campuran disaring dengan dua lapis kain muslin. Filtrat yang telah disaring kemudian ditambahkan lagi akuades steril hingga mencapai volume awal campuran 100 ml, kemudian filtrat yang diperoleh dianggap sebagai ekstrak konsentrasi 10%. Filtrat yang diperoleh kemudian disentrifugasi pada 3000 rpm selama 20 menit. Supernatan yang terkumpul disaring lagi dengan kertas saring. Ekstrak 10% yang telah diproses dituangkan ke dalam labu Erlenmeyer, ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan pada suhu 50°C selama 15 menit untuk menghindari

kontaminasi. Ekstrak selanjutnya diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi yang berbeda dengan menambahkan akuades steril untuk digunakan lebih lanjut dalam percobaan.

Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur *A. solani*

Uji penghambatan pertumbuhan *A. solani* dilakukan menggunakan *poison food technique* (El-Mohamedy & Abdalla, 2014; Sharma *et al.*, 2018). Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) hangat yang digunakan diberikan antibiotik kloramfenikol (200 mg/l) untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Media PDA dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda dibuat dengan menambahkan ekstrak daun kelor sesuai dengan keperluan konsentrasi uji ke dalam PDA (1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%) dengan total volume PDA dan ekstrak 40 ml. Perlakuan kontrol merupakan media PDA tanpa diberi ekstrak sementara perlakuan pembanding merupakan campuran media PDA dengan fungisida propineb dengan konsentrasi akhir pada media PDA 0,25%. Sekitar 10 ml campuran media PDA dan ekstrak maupun fungisida dituangkan ke dalam cawan Petri steril hingga memadat. Setelah media perlakuan memadat, biakan murni jamur *A. solani* (Ø = 7 mm) diletakkan di tengah cawan Petri perlakuan. Cawan Petri perlakuan diinkubasikan pada suhu ruang kemudian diamati pertumbuhan *A. solani* pada interval waktu 24 jam dan sampai perlakuan kontrol memenuhi permukaan cawan Petri. Diameter koloni jamur diukur dengan menggunakan mistar. Penghambatan pertumbuhan koloni *A. solani* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = Persen penghambatan (%)
- C = Diameter koloni patogen pada perlakuan kontrol (cm)
- T = Diameter koloni patogen yang diberi perlakuan (cm)

Mori *et al.* (1997) menyebutkan bahwa aktivitas antijamur (*antifungal activity/AFA*)/persentase penghambatan pertumbuhan miselium jamur suatu ekstrak tanaman dikategorikan kuat/*strong/significant* jika memiliki AFA>50% (Tabel 3). Karakteristik makroskopis dan mikroskopis koloni atau miselium dan hifa jamur *A. solani* juga diamati. Pengamatan mikroskopis dilakukan untuk mengetahui kemungkinan

terjadinya lisis pada hifa *A. solani* karena pengaruh ekstrak daun kelor.

Tabel 3. Klasifikasi tingkatan aktivitas antijamur

Aktivitas antijamur (AFA)	Level aktivitas
$AFA \geq 75\%$	Sangat kuat (++++)
$75\% \leq AFA < 50\%$	Kuat (+++)
$50\% \leq AFA < 25\%$	Moderat (++)
$25\% \leq AFA < 0$	Lemah (+)
0	Tidak aktif (-)

Sumber: Mori *et al.* (1997)

Uji Penekanan Kejadian Penyakit dan Pertumbuhan Tanaman Tomat

Pengujian ini menggunakan metode yang digunakan menurut Sivaprakash *et al.* (2012), Mangi *et al.* (2021) dan Sharma *et al.* (2022) dengan modifikasi. Benih tomat diambil dari buah tomat yang menunjukkan gejala penyakit bercak daun di lapangan dengan cara diambil bijinya dari bagian yang bergejala tersebut. Benih tomat direndam di dalam air terlebih dahulu selama dua jam. Benih yang tidak tenggelam dibuang kemudian yang berada di dasar permukaan dikeringkan di atas kertas saring. Setelah itu, benih direndam selama 30 menit pada

perlakuan akuades dan ekstrak serta selama 10 menit pada perlakuan fungisida, masing-masing perlakuan menggunakan sebanyak 45 benih dan dikeringanginkan selama 2 jam di tempat teduh. Selanjutnya benih ditumbuhkan pada media tanam yang diperoleh secara komersial yang memiliki kandungan cocopit, sekam bakar, tanah, humus, pupuk kandang yang dikomposkan dan daun bamboo. Media tanam ini disterilkan sebelum dimasukkan ke dalam kontainer plastik volume 1500 mL untuk masing-masing perlakuan. Sebelumnya media tanam tersebut disemprot dengan POC konsentrasi 5 ml/l untuk semua perlakuan POC menggunakan *hand sprayer* sampai media tanam cukup basah dengan (volume \pm 10 ml). Pada 14 hari setelah tanam (HST) dilakukan pengamatan terhadap persentase benih yang tumbuh dan persentase kejadian penyakit serta dilakukan aplikasi POC kedua dengan cara disemprotkan pada bibit tomat hingga basah. Gejala yang mungkin timbul pada bibit tomat adalah bercak pada daun atau batang, serta rebah kecambah/*damping-off* akibat serangan *A. solani* (Roy *et al.* 2019; Yulia dkk., 2021). Perhitungan persentase benih yang tumbuh dan persentase kejadian penyakit dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ benih tumbuh} = \frac{\Sigma \text{ benih yang muncul menjadi bibit}}{\text{total benih}} \times 100\%$$

$$\% \text{ kejadian penyakit} = \frac{\Sigma \text{ kecambah benih/bibit terinfeksi}}{\text{total benih}} \times 100\%$$

Pada 28 HST, dilakukan aplikasi POC ketiga yang disemprotkan pada bibit tomat untuk semua perlakuan POC. Selama periode ini pengamatan perkembangan penyakit tetap dilakukan selain pengamatan karakteristik pertumbuhan tanaman tomat seperti tinggi tanaman dan jumlah daun sementara karakteristik warna daun diamati secara visual dengan mata telanjang. Pada umur 42 HST bibit tomat di setiap kontainer didestruksi untuk diukur bobot basah bagian atas dan bagian bawah tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Ekstrak Air Daun Kelor terhadap Penghambatan Pertumbuhan Jamur *A. solani*

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak air daun kelor pada konsentrasi 1-5% menghambat pertumbuhan diameter koloni jamur

A. solani pada pengamatan sepuluh hari setelah perlakuan (HSP). Penghambatan paling rendah sebesar 39,7% terdapat pada konsentrasi 1%, sementara penghambatan pada konsentrasi 2-5% berkisar antara 46,3-46,8% dan secara statistik berbeda tidak nyata. Dengan demikian, perlakuan ekstrak air daun kelor konsentrasi 2-5% memberikan persentase penghambatan yang tidak signifikan meskipun terdapat peningkatan persentase penghambatan dengan meningkatnya konsentrasi yang digunakan. Hal ini diperkirakan karena peningkatan kisaran konsentrasi yang cukup kecil yaitu hanya sebesar 1% sehingga pengaruh penghambatan terhadap koloni jamur tidak berbeda.

Umumnya peningkatan konsentrasi ekstrak tanaman akan meningkatkan persentase penghambatan koloni jamur karena kandungan senyawa antijamur akan lebih banyak pada konsentrasi yang lebih tinggi. Hasil penelitian Hassan

et al. (2021) berupa pengujian ekstrak air beberapa jenis tanaman (kisaran konsentrasi 500-4000 mg/l) terhadap beberapa jenis patogen menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi ekstrak maka semakin meningkat pula aktivitas antijamurnya yang terjadi pada semua jenis ekstrak yang diuji. Hal tersebut tidak terjadi pada penelitian ini karena persentase penghambatan pertumbuhan yang hampir sama pada kisaran konsentrasi 2-5%. Namun demikian, jika dilihat dari peningkatan konsentrasi 1% ke 5% hasil menunjukkan adanya peningkatan persentase penghambatan pertumbuhan koloni jamur *A. solani* pada penggunaan konsentrasi ekstrak air daun kelor yang lebih tinggi. Hal ini diperkirakan terjadi karena terdapat kandungan senyawa-senyawa di dalam ekstrak yang mampu menstimulasi pertumbuhan jamur seperti gula selain senyawa antijamur yang kita inginkan (Yulia dkk., 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yaméogo *et al.* (2011) yang menunjukkan bahwa daun kelor memiliki kandungan total gula sebesar 10,6%.

Tabel 4. Pengaruh ekstrak air daun kelor terhadap penghambatan pertumbuhan koloni jamur *A. solani* pada 10 HSP

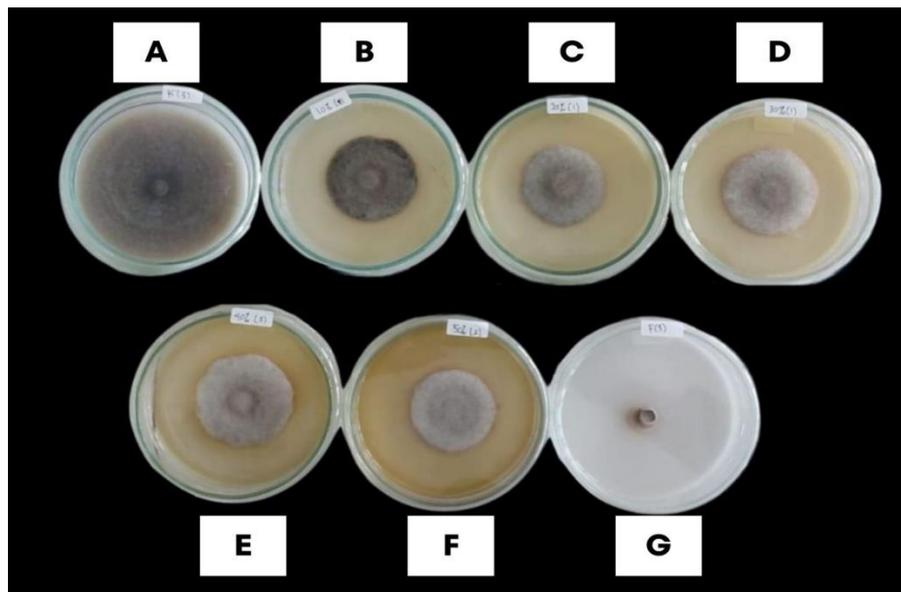
Perlakuan	Diameter koloni (cm) ± SE	Penghambatan (%)
Kontrol (tanpa ekstrak)	9,0 ± 0a	-
Ekstrak air daun kelor 1%	5,43 ± 0,25b	39,7
Ekstrak air daun kelor 2%	4,79 ± 0,09c	46,8
Ekstrak air daun kelor 3%	4,83 ± 0,09c	46,4
Ekstrak air daun kelor 4%	5,19 ± 0,1bc	42,4
Ekstrak air daun kelor 5%	4,84 ± 0,14c	46,3
Fungisida propineb 0,25%	1,60 ± 0,11d	82,2

Keterangan: Huruf yang sama pada satu kolom dalam tabel menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

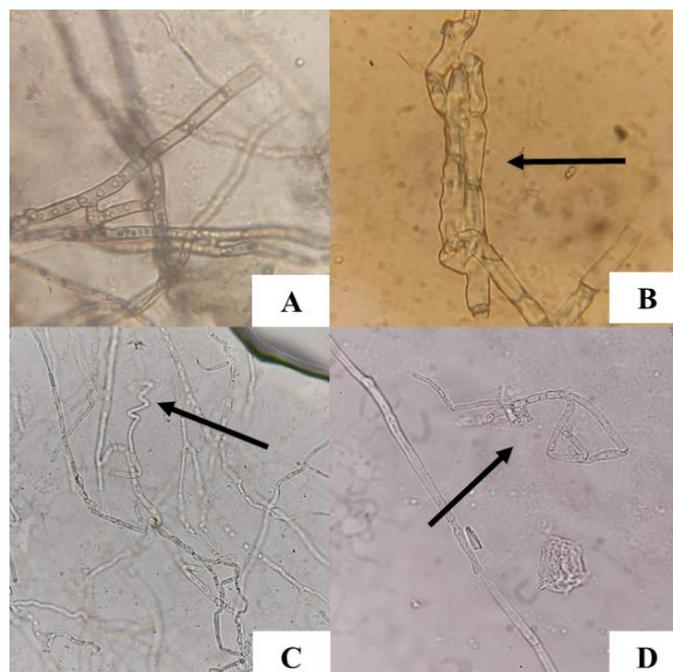
Persentase penghambatan koloni jamur *A. solani* pada perlakuan ekstrak air daun kelor tidak mencapai 50% pada penelitian ini. Berdasarkan klasifikasi aktivitas antijamur menurut Mori *et al.* (1997), penghambatan sebesar 46,8% masuk ke dalam

tingkat penghambatan moderat. Penelitian sebelumnya menunjukkan ekstrak air daun kelor memberikan penghambatan pertumbuhan jamur patogen yang beragam baik tingkat penghambatan yang kuat maupun yang lemah. Al Husnan dan Alkahtani (2016) melaporkan bahwa ekstrak air daun kelor konsentrasi 10% memberikan penghambatan yang sangat kuat terhadap jamur *Aspergillus niger* (75,2%) tetapi memiliki penghambatan yang lemah terhadap jamur *Alternaria* sp. (24,5%). Demikian juga ekstrak asal tanaman yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda pada spesies jamur yang sama atau ekstrak asal tanaman yang sama memberikan pengaruh yang berbeda pada spesies jamur yang berbeda (Chapagain *et al.*, 2007).

Pengamatan terhadap karakteristik jamur secara makroskopis menunjukkan adanya pengaruh pemberian ekstrak air daun kelor terhadap morfologi koloni *A. solani*. Koloni jamur *A. solani* pada perlakuan kontrol berwarna abu-abu gelap, memiliki tekstur seperti kapas (*cottony*) halus, dan pertumbuhan permukaan koloni yang rata/*flat* (Gambar 1). Karakteristik koloni jamur *A. solani* pada perlakuan ekstrak konsentrasi terendah (1%) hampir sama dengan perlakuan kontrol sementara pada perlakuan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi menunjukkan karakteristik koloni yang berbeda yaitu warna koloni abu-abu terang, tekstur *cottony* yang tampak padat/menggumpal serta pertumbuhan permukaan koloni yang menebal/lebih tinggi. Semakin meningkatnya konsentrasi warna koloni jamur *A. solani* semakin berwarna abu-abu terang dengan pertumbuhan koloni yang menebal. Hasil penelitian Kursu *et al.* (2022) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi beberapa ekstrak tanaman yang diuji maka semakin meningkat pula perubahan struktur koloni jamur *Fusarium* spp. Koloni jamur *Fusarium* spp. pada perlakuan ekstrak menjadi lebih padat (*compact*) dan permukaan koloni yang lebih tinggi (*elevated*). Jamiołkowska dan Kowalski (2012) serta Kursu *et al.*, (2022) menyatakan bahwa perubahan warna dan struktur miselium jamur menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan maupun penghambatan pembentukan elemen morfologi jamur yang kemudian akan memengaruhi kemampuan sporulasi jamur. Dengan demikian, hasil yang diperoleh pada pengujian *in vitro* ini menunjukkan kemampuan ekstrak daun kelor dalam memengaruhi pertumbuhan miselium *A. solani* yang mungkin dapat menurunkan kemampuan sporulasi jamur *A. solani* nantinya.



Gambar 1. Perbedaan pertumbuhan koloni jamur *A. solani* pada perlakuan kontrol dan ekstrak air daun kelor. (A) Kontrol yang menunjukkan pertumbuhan *A. solani* yang tidak terhambat dengan diameter yang besar serta warna dan tekstur koloni yang normal, (B) Ekstrak 1% dengan pertumbuhan koloni yang terhambat dengan warna dan tekstur koloni yang relatif masih normal, (C-F) Ekstrak 2-5% dengan pertumbuhan koloni yang terhambat serta warna dan tekstur koloni yang berubah, (G) Fungisida propineb 0,25% yang menunjukkan penghambatan pertumbuhan koloni yang tinggi



Gambar 2. Kondisi hifa jamur *A. solani* pada perlakuan ekstrak air daun kelor. (A) Normal, (B) Membengkok/melipat, (C) Mengeriting, (D) Lisis (Perbesaran 400x)

Hasil pengamatan secara mikroskopis juga ditemukan adanya perubahan (malformasi) hifa jamur *A. solani* pada perlakuan ekstrak air daun kelor. Dibandingkan dengan kondisi hifa yang tampak normal pada perlakuan kontrol, hifa *A. solani* pada perlakuan ekstrak mengalami lisis,

membengkok/melipat, atau mengeriting yang terjadi pada semua perlakuan konsentrasi ekstrak air daun kelor (Gambar 2). Malformasi hifa terjadi diperkirakan karena senyawa antijamur yang terkandung dalam ekstrak air daun kelor yang mampu merusak hifa jamur. Patel *et al.* (2014)

menyatakan bahwa ekstrak air daun kelor mengandung senyawa fitokimia berupa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid dan volatile oil. Flavonoid merupakan senyawa antijamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan mengganggu membran plasma, gangguan mitokondria, dan menghambat pembentukan dinding sel dan sintesis protein (Aboody & Mickymaray, 2020). Penelitian lainnya juga menunjukkan ekstrak kaya saponin sebesar 0,1–4% mampu menghambat pertumbuhan jamur *Phytium ultimum*, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum coccode*, dan *Verticillium dahlia* (Chapagain *et al.*, 2007). Saponin memiliki kemampuan mengganggu dinding sel jamur dan memiliki aktivitas litik (Coleman *et al.*, 2010).

Pengaruh Ekstrak Air Daun Kelor terhadap Kejadian Penyakit dan Pertumbuhan Tanaman Tomat

Pada pengamatan 7 hari setelah tanam (HST) tidak terdapat bibit yang menunjukkan gejala terserang oleh *A. solani*. Pada 14 HST bibit mulai terlihat mengalami gejala terinfeksi oleh *A. solani* dan semakin jelas pada 16 HST. Pada pengamatan 16 HST terlihat bahwa perlakuan paling baik terdapat pada perlakuan ekstrak 5% + POC, ekstrak 15%, serta ekstrak 15% + POC (Tabel 5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penghambatan penyakit rebah kecambah pada bibit tomat lebih tinggi pada perlakuan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi maupun ketika perlakuan ekstrak dikombinasikan dengan perlakuan POC. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak yang digunakan dan pemberian POC dapat meningkatkan penekanan kejadian penyakit.

Umumnya semakin tinggi konsentrasi ekstrak semakin tinggi penekanan kejadian penyakit pada tanaman. Konsentrasi yang tinggi memiliki kandungan senyawa antijamur yang lebih banyak. Penelitian Adandonon *et al.* (2006) melaporkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor (20 kg/10 l air) dengan perendaman pada benih pada kacang tunggak dapat mengurangi kejadian penyakit rebah kecambah dan busuk batang mencapai 33,9% atau memberikan penghambatan mencapai 66,1%. Penelitian lainnya menyatakan bahwa ekstrak dari beberapa bagian tanaman kelor mampu mengurangi penyakit bercak daun akibat *Cercospora* sp. pada tanaman paprika (Nwokeji *et al.*, 2022). Ekstrak daun kelor konsentrasi 100% mampu mengurangi infeksi penyakit tular benih pada benih terong dimana kejadian penyakit

hanya sebesar 9,3% dibandingkan 66% pada perlakuan kontrol (Kuri *et al.*, 2011).

Tabel 5. Pengaruh ekstrak air dan POC daun kelor terhadap penekanan kejadian penyakit akibat *A. solani* pada bibit tomat 16 HST

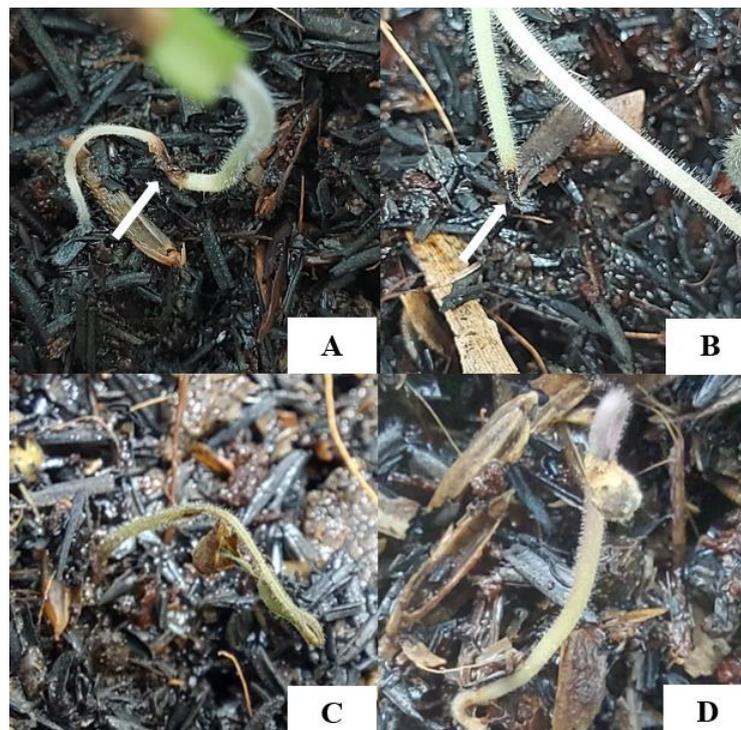
Perlakuan	Kejadian penyakit Penghambatan	
	(%) ± SE	(%)
Kontrol –	0 ± 0a	0
Kontrol – (+ POC)	0 ± 0a	0
Kontrol +	20 ± 0c	-
Kontrol + (+ POC)	11,11 ± 0,33b	44,5
Ekstrak 5%	11,11 ± 0,33b	44,5
Ekstrak 5% + POC	4,44 ± 0,33a	77,8
Ekstrak 15%	4,44 ± 0,33a	77,8
Ekstrak 15% + POC	4,44 ± 0,33a	77,8
Fungisida + POC	2,22 ± 0,33a	88,9

Keterangan: Huruf yang sama pada satu kolom dalam tabel menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. Kontrol (–) = benih sehat direndam dalam akuades; Kontrol (+) = benih sakit direndam dalam akuades.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan pemanfaatan material tanaman dalam bentuk ekstrak atau pupuk organik yang berperan di dalam penekanan kejadian penyakit baik melalui mekanisme penekanan patogen secara langsung maupun melalui mekanisme induksi resistensi. Setiawati dkk. (2018) melaporkan penekanan kejadian penyakit pada tanaman cabai melalui penggunaan ekstrak dan kompos asal *A. indica* dan *A. conyzoides* sehingga berhasil menekan penggunaan pestisida dan pupuk sintetis. Sementara itu, beberapa penelitian lain telah membuktikan bahwa ekstrak tanaman mampu menginduksi ketahanan terhadap patogen. Penelitian Sunarto dkk. (2019) juga menunjukkan bahwa ekstrak daun bayam duri dan beluntas menggunakan metode *seed treatment* (perendaman benih padi) dan *soil drench* (penyiraman pada tanah) mampu menurunkan intensitas penyakit akibat nematoda *Meoliodogyne graminicola* pada akar padi. Hanudin dkk. (2016) bahkan membuktikan bahwa ekstrak batang dedalu (*Salix* sp.) dan daun pagoda (*Clerodendron japonicum*) efektif dalam menginduksi ketahanan tanaman krisan terhadap serangan *Puccinia horiana*

melalui peningkatan asam salisilat pada tanaman krisan dan mengurangi intensitas serangan *P. horiana*. Menurut Kagale *et al.* (2011), penghambatan pertumbuhan patogen dalam penggunaan ekstrak tanaman dikarenakan oleh adanya kandungan zat antimikroba maupun karena adanya kandungan senyawa yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman. Ekstrak daun bidara dan kangkung pagar menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* dalam pengujian secara *in vitro* serta meningkatkan

ketahanan tanaman dengan memunculkan resistensi terinduksi pada tanaman padi (Kagale *et al.*, 2011). Demikian juga hasil penelitian Goel & Paul (2015) yang menunjukkan ekstrak tanaman mimba berperan sebagai bioelisor mampu mengurangi keparahan penyakit pada tanaman tomat akibat *Pseudomonas syringae* dengan meningkatnya aktivitas enzim polifenol oksidase dan lisozem yang berperan dalam pertahanan tanaman.



Gambar 3. Gejala penyakit akibat *A. solani* pada bibit tomat. (A) Bercak pada batang, (B) Busuk pada pangkal batang, (C, D) Busuk bibit tomat

Gejala penyakit akibat infeksi *A. solani* pada bibit tomat adalah berupa bercak pada batang, busuk pada pangkal batang atau bibit menjadi busuk secara keseluruhan (Gambar 3). Gejala busuk pada pangkal batang menyebabkan rebah kecambah pada bibit tanaman tomat. Gejala ini bermula bercak pada pangkal batang kemudian pangkal batang akan busuk dan perlahan gejala menyebar ke seluruh bagian tanaman hingga tanaman mengalami kematian. Gejala ini menyebabkan bibit tanaman tomat mati sebelum umur tiga minggu. Sejalan dengan Yulia dkk. (2021) yang mengatakan gejala *A. solani* pada bibit tomat berupa bercak cokelat pada daun dan batang atau busuk pada pangkal batang sehingga menyebabkan rebah kecambah. Adhikari *et al.* (2017) dan Roy *et al.* (2019) menyebutkan bahwa *A. solani* akan menyebabkan gejala berupa bercak cokelat pada

pangkal batang atau pangkal batang akan membusuk serta akan menyebabkan rebah kecambah atau *damping-off* pada bibit tomat.

Pengamatan pertumbuhan bibit tomat berupa tinggi, jumlah daun dan bobot basah tanaman dilakukan seminggu sekali dalam empat minggu. Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman terlihat bahwa antara kontrol dan perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata (Tabel 6). Dengan demikian, meskipun tinggi tanaman nilainya cenderung lebih tinggi pada perlakuan ekstrak maupun ekstrak dan POC tetapi hasil ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan ekstrak dan POC tidak berpengaruh terhadap tinggi bibit tomat. Rata-rata tinggi bibit tomat pada perlakuan ekstrak 15% + POC dan fungisida + POC tergolong rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga

karena *double* perlakuan antara *seed treatment* menggunakan ekstrak konsentrasi tinggi atau fungisida dengan penggunaan POC mengganggu kemampuan tumbuh bibit (fenomena fitotoksik). Ekstrak dan POC yang digunakan berasal dari bahan tanaman yang sama sehingga kemungkinan memiliki senyawa yang sama yang menjadi sangat tinggi kandungannya ketika digunakan pada konsentrasi tinggi.

Tabel 6. Pengaruh ekstrak air dan POC daun kelor terhadap tinggi bibit tomat

Perlakuan	Tinggi bibit tomat (cm) pada pengamatan ke-			
	21 HST ± SE	28 HST ± SE	35 HST ± SE	42 HST ± SE
Kontrol -	4,09 ± 0,22	4,40 ± 0,16	4,69 ± 0,18	5,04 ± 0,18
Kontrol - (+ POC)	4,06 ± 0,22	4,23 ± 0,22	4,40 ± 0,24	4,63 ± 0,25
Kontrol +	3,67 ± 0,15	4,08 ± 0,08	4,31 ± 0,11	4,42 ± 0,13
Kontrol + (+ POC)	4,05 ± 0,22	4,63 ± 0,29	4,92 ± 0,35	5,15 ± 0,35
Ekstrak 5%	3,86 ± 0,14	4,16 ± 0,2	4,33 ± 0,2	4,55 ± 0,22
Ekstrak 5% + POC	4,39 ± 0,27	4,90 ± 0,62	5,31 ± 0,7	5,47 ± 0,69
Ekstrak 15%	4,04 ± 0,26	4,49 ± 0,32	4,73 ± 0,38	5,01 ± 0,39
Ekstrak 15% + POC	3,41 ± 0,23	3,69 ± 0,28	3,96 ± 0,31	4,27 ± 0,37
Fungisida + POC	3,47 ± 0,38	3,84 ± 0,55	4,10 ± 0,58	4,38 ± 0,53

Keterangan: Kontrol (-) = benih sehat direndam dalam akuades; Kontrol (+) = benih sakit direndam dalam akuades.

Pada pengamatan 28 HST dan 35 HST perlakuan ekstrak 5% + POC masih merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi. Perlakuan ekstrak 15% + POC masih memiliki nilai rata-rata tinggi tanaman yang paling rendah, namun terjadi peningkatan pertumbuhan pada perlakuan fungisida + POC yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan ekstrak 5% + POC. Pada pengamatan terakhir (42 HST), rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan ekstrak 5% + POC sebesar 5,47 cm yang merupakan rata-rata tinggi tanaman paling tinggi. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan ekstrak 5% + POC merupakan kombinasi yang tepat karena sejak awal pertumbuhannya konsisten dan selalu menjadi yang paling baik. Selain itu, perlakuan ekstrak dan POC terlihat memberikan pengaruh di awal masa pertumbuhan benih.

Penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor dengan cara disemprotkan pada konsentrasi 3% dapat memberikan potensi pertumbuhan maksimum bibit kelor, seperti peningkatan jumlah cabang, daun, anak

daun, kandungan klorofil, serta kandungan fenolik daun (Batool *et al.*, 2019). Daun kelor mengandung mineral seperti nitrogen, magesium, potassium, kalsium, fosfor, zinc serta mengandung hormon auksin, giberelin, dan sitokinin yang berperan dalam pertumbuhan tanaman (Abd El-Mageed *et al.*, 2017). Penelitian Bashir *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa pengaplikasian ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 100 mg/ml pada tanaman tomat mampu meningkatkan tinggi tanaman, percabangan, hasil buah, dan pembungaan tanaman menjadi teratur.

Pertumbuhan bibit tomat yang diberi perlakuan menunjukkan vigor pertumbuhan yang lebih baik daripada bibit tomat yang berasal dari benih yang sakit (Kontrol +) (Gambar 4). Selain memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi, bibit tomat pada perlakuan cenderung lebih besar ukurannya, lebih tegak dan tampak memiliki warna daun yang lebih hijau. Vigor pertumbuhan paling baik ditunjukkan oleh ekstrak 5% + POC. Demikian juga dengan vigor pertumbuhan bibit tomat yang baik diperoleh pada perlakuan ekstrak 15% tanpa POC.



Gambar 4. Perbedaan pertumbuhan bibit tomat umur 42 HST pada perlakuan kontrol, ekstrak, serta kombinasi ekstrak dan POC. Bibit pada perlakuan kontrol sakit (kontrol +) menunjukkan bibit yang kecil dan jumlah yang sedikit. Perlakuan ekstrak kelor 5%, ekstrak 15% + POC, dan fungisida propineb 0,25% + POC menunjukkan pertumbuhan bibit yang lebih tinggi dibanding kontrol. Perlakuan ekstrak kelor 5% + POC dan ekstrak 15% menunjukkan hasil paling baik dengan bibit yang lebih tinggi, ukuran bibit lebih besar, serta jumlah dan warna daun yang lebih banyak dan lebih hijau

Hasil pengamatan jumlah daun pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak maupun POC tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman (Tabel 7). Hasil pengamatan bobot basah tanaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kontrol dan perlakuan (Tabel 8). Perlakuan yang berbeda nyata yaitu perlakuan ekstrak 5% + POC dan perlakuan ekstrak 15%. Namun, antara perlakuan lainnya dengan kontrol berbeda tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dan POC dengan kombinasi ekstrak 5% + POC mampu meningkatkan pertumbuhan bibit tomat dibandingkan dengan bibit tomat yang tidak diberi perlakuan. Hasil ini menunjukkan POC

berbahan dasar dari tanaman memiliki kandungan yang dapat membantu pertumbuhan tanaman. Daun kelor dilaporkan memiliki kandungan beberapa nutrisi seperti kalsium, magnesium, potasium, sodium, iron, zinc, natrium, fosfor, dll. yang dapat memberikan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman (Yaméogo *et al.*, 2011; Mulyaningsih & Yusuf, 2018). Rachmawatie dkk. (2022) menyatakan bahwa pengaplikasian daun kelor sebagai POC dapat meningkatkan kandungan N, P, K, dan Fe serta meningkatkan bobot kering tanaman padi. Aplikasi POC daun kelor juga mampu meningkatkan jumlah dan lebar daun serta diameter batang dan bobot tanaman pakcoy (Sari *et al.*, 2020).

Tabel 7. Pengaruh ekstrak air dan POC daun kelor terhadap jumlah daun bibit tomat

Perlakuan	Jumlah daun bibit tomat pada pengamatan ke-			
	21 HST ± SE	28 HST ± SE	35 HST ± SE	42 HST ± SE
Kontrol –	2,13 ± 0,07a	3,00 ± 0,04	3,34 ± 0,07	3,69 ± 0,1
Kontrol – (+ POC)	2,31 ± 0,18ab	3,00 ± 0,04	3,24 ± 0,15	3,35 ± 0,19
Kontrol +	2,54 ± 0,1abc	2,93 ± 0,08	3,19 ± 0,07	3,37 ± 0,1
Kontrol + (+ POC)	2,41 ± 0,08ab	3,48 ± ,24	3,53 ± 0,2	3,58 ± 0,2
Ekstrak 5%	2,28 ± 0,05ab	2,88 ± 0,08	3,10 ± 0,06	3,38 ± 0,14
Ekstrak 5% + POC	3,12 ± 0,42c	3,26 ± 0,37	3,47 ± 0,27	3,51 ± 0,27
Ekstrak 15%	2,91 ± 0,16bc	3,29 ± 0,12	3,51 ± 0,23	3,70 ± 0,17
Ekstrak 15% + POC	2,17 ± 0,06a	2,83 ± 0,04	3,24 ± 0,06	3,49 ± 0,16
Fungisida + POC	2,53 ± 0,27abc	2,96 ± 0,32	3,27 ± 0,3	3,55 ± 0,16

Keterangan: Huruf yang sama pada satu kolom dalam tabel menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. Kontrol (–) = benih sehat direndam dalam akuades; Kontrol (+) = benih sakit direndam dalam akuades.

Tabel 8. Pengaruh ekstrak air dan POC daun kelor terhadap bobot basah bibit tomat umur 42 HST

Perlakuan	Bobot bibit tomat (g) ± SE
Kontrol –	0,11 ± 0,004a
Kontrol – (+ POC)	0,09 ± 0,01a
Kontrol +	0,09 ± 0,01a
Kontrol + (+ POC)	0,13 ± 0,02a
Ekstrak 5%	0,11 ± 0,01a
Ekstrak 5% + POC	0,19 ± 0,02c
Ekstrak 15%	0,18 ± 0,02c
Ekstrak 15% + POC	0,13 ± 0,01a
Fungisida + POC	0,14 ± 0,02ab

Keterangan: Huruf yang sama pada satu kolom dalam tabel menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. Kontrol (–) = benih sehat direndam dalam akuades; Kontrol (+) = benih sakit direndam dalam akuades.

Kemampuan ekstrak daun kelor dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sudah dilaporkan dalam penelitian lainnya. Selain dapat meningkatkan pertumbuhan secara kuantitatif seperti tinggi tanaman, aplikasi ekstrak daun kelor juga dapat meningkatkan kualitas hasil. Menurut Ngcobo & Bertling (2021), tidak hanya pertumbuhan tanaman tomat yang meningkat akan tetapi penggunaan ekstrak daun kelor konsentrasi 20% dan 50% disertai juga dengan peningkatan kualitas nutrisi dan warna tomat. Pada tanaman cabai, ekstrak daun kelor konsentrasi 4% mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, hasil buah segar, serta kandungan kimia buah cabai seperti kalsium, karbohidrat dan vitamin C (Hala & Nabila, 2017). Bahkan pada perlakuan cabai ini, perendaman benih cabai dengan ekstrak daun kelor dapat merangsang perkecambahan benih serta aplikasi saat pembibitan menghasilkan bibit yang kuat dan sehat. Dengan demikian, dari hasil penelitian yang diperoleh maka daun kelor dalam bentuk ekstrak dan POC dapat dimanfaatkan untuk menekan penyakit tanaman maupun meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kandungan senyawa bioaktif dan nutrisi pada tanaman kelor diduga bersifat antimikroba maupun diperlukan oleh tanaman. Pemanfaatan ekstrak maupun POC daun kelor dengan menggunakan pelarut air dan fermentasi yang sederhana ini akan memberikan keuntungan karena selain biaya yang relatif murah juga dapat dibuat dengan mudah dan mandiri oleh petani dengan hanya menyiapkan

tanaman kelor yang banyak ditemukan tumbuh secara alami.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian keefektifan ekstrak air dan POC daun kelor terhadap *A. solani* pada tanaman tomat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak air daun kelor pada kisaran konsentrasi 2–5% menghambat pertumbuhan koloni jamur *A. solani* dengan persentase penghambatan tertinggi sebesar 46,8% serta mengakibatkan malformasi hifa jamur *A. solani*.
2. Perlakuan ekstrak kelor 5% + POC mampu menekan kejadian penyakit akibat *A. solani* hingga 77,8% serta meningkatkan vigor bibit tanaman tomat dengan pertumbuhan bibit yang lebih tinggi, jumlah daun yang lebih banyak serta bobot basah bibit yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El–Mageed, TA, WM Semida, and MM Rady. 2017. Moringa leaf extract as biostimulant improves water use efficiency, physio–biochemical attributes of squash plants under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*. 193: 46–54.
- Aboody, MSA, and S Mickymaray. 2020. Anti-fungal efficacy and mechanisms of flavonoids. *Antibiotics (Basel)*. 9(2): 45. DOI: 10.3390/antibiotics9020045.
- Adandonon, A, TAS Aveling, N Labuschagne, and M Tamo. 2006. Biocontrol agents in combination with *Moringa oleifera* extract for intergrated control of *Sclerotium*–caused cowpea damping–off and stem rot. *European Journal of Plant Pathology*. 115: 409–418.
- Adhikari, P, Y Oh, and DR Panthee. 2017. Current status of early blight resistance in tomato: an update. *International Journal of Molecular Sciences*. 18. DOI:10.3390/ijms18102019.
- Ahmadu, T, K Ahmad, SI Ismail, O Rashed, N Asib, and D Omar. 2021. Antifungal efficacy of *Moringa oleifera* leaf and seed extracts against *Botrytis cinerea* causing gray mold disease of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Brazilian Journal of Biology*. 81(4): 1007–1022.
- Al husnan, LA, and MDF Alkahtani. 2016. Impact of moringa aqueous extract on pathogenic

- bacteria and fungi in vitro. *Annals of Agricultural Science*. 61: 247–250.
- Aminah, S, T Ramdhan, dan M Yanis. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*. 5(2): 35–44.
- Bashir, KA, Bawa, JA, and I Mohammed. 2014. Efficacy of leaf extract of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) on the growth of local tomato (*Lycopersicon esculentum*). *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 9(4): 74–79.
- Batool, S, S Khan, and SMA Basra. 2019. Foliar application of moringa leaf extract improves the growth of moringa seedlings in winter. *South African Journal of Botany*. 129: 347–353.
- Benu, MMM, ASJA Tae, dan L Mukkun. 2020. Dampak residu insektisida terhadap keanekaragaman jamur tanah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 22(2): 80–88.
- Chapagain, BP, Z Wiesman, and L Tsror (Lahkim). 2007. *In vitro* study of the antifungal activity of saponin-rich extracts against prevalent phytopathogenic fungi. *Industrial Crops and Products*. 26: 109–115.
- Coleman, JJ, I Okoli, GP Tegos, EB Holson, FF Wagner, MR Hamblin, and E Mylonakis. 2010. Characterization of plant-derived saponin natural products against *Candida albicans*. *ACS Chemical Biology*. 5(3): 321–332.
- Culver, M, T Fanuel, dan AZ Chiteka. 2012. Effect of Moringa extract on growth and yield of tomato. *Greener Journal of Agricultural Sciences*. 2(5): 207–211.
- Deliningrum, S. 2019. Penggunaan pestisida oleh petani tomat di Desa Cikole Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat. Tersedia online pada <http://dkpp.jabarprov.go.id>. diakses 3 November 2022.
- Dougoud, J, S Toepfer, M Bateman, and WH Jenner. 2019. Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 39(37). DOI: 10.1007/s13593-019-0583-1.
- El-Mohamedy, RSR, and AM Abdalla. 2014. Evaluation of antifungal activity of *Moringa oleifera* extracts as natural fungicide against some plant pathogenic fungi *in-vitro*. *International Journal of Agricultural Technology*. 10(4): 963–982.
- Gifoni, JM, JTA Oliveira, HD Oliveira, AB Batista, ML Pereira, AS Gomes, HP Oliveira, TB Grangeiro, and IM Vasconcelos. 2012. A novel chitin-binding protein from *Moringa oleifera* seed with potential for plant disease control. *Biopolymers*. 98(4): 406–415.
- Goel, N, and PK Paul. 2015. Polyphenol oxidase and lysozyme mediate induction of systemic resistance in tomato, when a bioelicitor is used. *Journal of Plant Protection Research*. 55(4): 343–350.
- Hala, HAEN, and AE Nabila. 2017. Effect of Moringa oleifera leaf extract (MLE) on pepper seed germination, seedlings improvement, growth, fruit yield and its quality. *Middle East Journal of Agricultural Research*. 6: 448–463.
- Hanudin, W Nuryani, dan B Marwoto. 2016. Induksi resistensi tanaman krisan terhadap *Puccinia horiana* P. Henn. dengan menggunakan ekstrak tanaman elisitor. *Jurnal Hortikultura*. 26(2): 245–256.
- Hassan, HS, AA Mohamed, MN Feleafel, MZM Salem, HM Ali, M Akrami, and DY Abd-Elkader. 2021. Natural plant extracts and microbial antagonists to control fungal pathogens and improve the productivity of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) in vitro and in greenhouse. *Horticulturae*. 7(470): 1–21.
- Hasyim, A, W Setiawati, dan L Lukman. 2015. Inovasi teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan pada cabai: upaya alternatif menuju ekosistem harmonis. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 8(1): 1–10.
- Ihsan, MSJ Rachmawati, dan I Styadi. 2020. Metode penyaringan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai pupuk organik cair bagi pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Daun*. 7(2): 126–137.
- Jamiołkowska, A, and R Kowalski. 2012. In vitro estimate of influence of *Silphium perfoliatum* L. leaves extract on some fungi colonizing the pepper plants. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 11(3): 43–55.
- Kagale, S, T Marimuthu, J Kagale, B Thayumanavan, and R Samiyappan. 2011. Induction of systemic resistance in rice by leaf extracts of *Zizyphus jujuba* and *Ipomoea carnea* against *Rhizoctonia solani*. *Plant Signaling & Behavior*. 6(7): 919–923.
- Kuri, SK, Islam, MR, and U Mondal. 2011. Antifungal potentiality of some botanical extracts against important seedborne fungal pathogen

- associated with brinjal seeds, *Solanum melongena* L. Journal of Agricultural Technology. 7(4): 1139–1153.
- Kursa, W, A Jamiołkowska, J Wyrostek, and R Kowalski. 2022. Antifungal effect of plant extracts on the growth of the cereal pathogen *Fusarium* spp. – An in vitro study. Agronomy. 12(12): 3204. DOI: 10.3390/agronomy12123204
- Mangi, AH, AM Jiskani, MI Khaskheli, MM Jiskani, GB Poussio, RA Qambrani, MA Mahar, and AM Jiskani. 2021. Evaluation of neem products against damping off disease of tomato. Pakistan Journal of Phytopathology. 33(01): 37–45.
- Mori, M, M Aoyama, S Doi, A Kanetoshi, and T Hayashi. 1997. Antifungal activity of bark extracts of deciduous trees. Holz als Roh- und Werkstoff. 55: 130–132.
- Munarso, SJ, Miskiyah, dan W Broto. 2009. Studi kandungan residu pestisida pada kubis, tomat, dan wortel di malang dan cianjur. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 5(1): 27–32.
- Nasira, W, R Adawiyah, Muhidin, GR Sadimantara, and DN Yusuf. 2021. Effect of liquid organic fertilizer derived from moringa on growth of upland red rice lines crosses from SE Sulawesi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 807.
- Ndubuaku, UM, TCN Ndubuaku, E Ike, and PI Ezeaku. 2015. Effects of *Moringa oleifera* leaf extract on morphological and physiological growth of cassava and its efficacy in controlling *Zonocerus variegatus*. African Journal of Biotechnology. 14(32): 2494–2500.
- Ngcobo, BL, and I Bertling. 2021. Influence of foliar *Moringa oleifera* leaf extract (MLE) application on growth, fruit yield and nutritional quality of cherry tomato. Acta Horticulturae. 1306: 323–328.
- Nwokeji, EM, Ogwudire, VE, Okere, SE, Anyanwu, PC, Obianigwe, JK, and GO Ihejirika. 2022. Effect of moringa (*Moringa oleifera*) plant parts extracts on cercospora (frog-eye) disease of sweet (bell) pepper (*Capsicum annum* L.). Asian Research Journal of Current Science. 4(1): 313–319.
- Pamungkas, O S. 2016. Bahaya paparan pestisida terhadap kesehatan manusia. Bioedukasi. 24(1): 27–31.
- Patel, P, N Patel, D Patel, S Desai, and D Meshram. 2014. Phytochemical analysis and antifungal activity of *Moringa oleifera*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 6(5): 144–147.
- Putra, IWDP, AAGO Dharmayudha, and LM Sudimartini. 2016. Identifikasi senyawa kimia ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. Indonesia Medicus Veterinus. 5(5): 464–473.
- Rachmawatie, SJ, E Purwanto, AT Sakya, and WS Dewi. 2022. Growth and content of N, P, K, Fe in rice plants with liquid organic fertilizer application of moringa leaf. IOP Conference Series: Earth Environmental Science. 1114, 1–7.
- Roy, CK, N Akter, MKI Sarkar, MU Pk, N Begum, EA Zenat, and MAA Jahan. 2019. Control of early blight of tomato by *Alternaria solani* and screening of tomato varieties against the pathogen. Open Microbiology Journal. 13: 41–50.
- Sari, PN, M Auliya, and NEA Nasution. 2020. The effect of applying fertilizer of moringa leaf (*Moringa oleifera*) extract and rice washing water to the growth of pakcoy plant (*Brassica rapa* L. spp. Chinensis (L.)). Journal of Physics: Conference Series. 1563 012021. DOI: 10.1088/1742-6596/1563/1/012021.
- Setiawati, W, A Muharam, A Susanto, E Boes, dan A Hudayya. 2018. Penerapan teknologi input luar rendah pada budi daya cabai merah untuk mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida sintetik. Jurnal Hortikultura. 28(1): 113–122.
- Sharma, RK, DR Patel, DR Chaudhari, V Kumar, and MM Patel. 2018. Effect of some fungicides against early blight of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) caused by *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout and their impact on yield. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(7): 1395–1401.
- Sharma, LK, N Sharma, B Dhungana, A Adhikari, SM Shrestha, and D Yadav. 2022. Comparative efficacy of biological, botanical and chemical treatments against damping off disease of tomato in Chitwan. International Journal of Social Sciences and Management. 9(2): 67–74.
- Singh, M, S Singh, and D Verma. 2020. Morphological and pharmacognostical evaluation of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae): A plant with high medicinal value in tropical and subtropical parts of the world. Pharmacognosy Reviews. 14(18): 138–145.

- Sivaprakash, KE, M Senthil, J Raja, V Kurucheve, and G Sangeetha. 2012. Evaluation of natural products for the management of damping-off of tomato incited by *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. 47(1): 17–33.
- Sunarto, T, T Suganda, MS Sianipar, dan AW Irwan. 2019. Ketahanan sistemik terinduksi pada tanaman padi dengan ekstrak tumbuhan terhadap nematoda bengkak akar (*Meloidogyne graminicola* Golden and Birchfiels). *Jurnal Agrikultura*. 30(1): 25–32.
- Taufik, I. 2011. Pencemaran pestisida pada perairan perikanan di Sukabumi Jawa Barat. *Media Akuakultur*. 6(1): 69–75.
- Wariki, WC, R Siahaan, dan M Rumondor. 2015. Analisis kualitatif residu pestisida profenofos pada tanaman tomat di Kecamatan Langowan Barat Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 15(1): 48–51.
- Widhayasa, B, IR Sastrahidayat, dan S Djauhari. 2014. Pekecembahan jamur *Alternaria solani* dan infeksiunya pada sembilan varietas tomat. *Jurnal HPT*. 2(3): 102–108.
- Yaméogo, CW, MD Bengaly, A Savadogo, PA Nikiema, and SA Traore. 2011. Determination of chemical composition and nutritional values of *Moringa oleifera* leaves. *Pakistan Journal of Nutrition*. 10(3): 264–268.
- Yuantari, MGC, B Widianarko, dan HR Sunoko. 2015. Analisis risiko pajanan pestisida terhadap kesehatan petani. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 10(2): 239–254.
- Yulia, E, RT Bangun, Tohidin, dan Hersanti. 2021. Pengaruh ekstrak kasar umbi udara binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) terhadap penghambatan koloni dan kejadian penyakit akibat *Alternaria solani* pada bibit tomat. *Jurnal Agrikultura*. 22(3): 228–238.