

## Penentuan Dosis Letal Filtrat Patogen untuk Penyeleksi Penyakit Layu Fusarium dan Bercak Ungu pada Bawang Merah

### Determination of the Lethal Dose of Pathogen Filtrate for Selection towards Fusarium Wilt and Purple Spot Disease on Shallot

Cahyani Anggoro Putri<sup>1\*</sup>, Muhammad Fadhil Rahman<sup>1</sup>, Aulia Floribunda Harp<sup>1</sup>, Agus Purwito<sup>1</sup>, Ali Husni<sup>2</sup>, Chaereni<sup>3</sup>, Alina Akhdiya<sup>3</sup>, Mia Kosmiatin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University

<sup>2</sup>Pusat Riset Pertenakan, Badan Riset Inovasi Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset Inovasi Indonesia

<sup>4</sup>Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset Inovasi Indonesia

\*Korespondensi : [cahyaniputri@apps.ipb.ac.id](mailto:cahyaniputri@apps.ipb.ac.id)

#### ABSTRAK

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas sayuran yang banyak dikonsumsi di Indonesia sebagai bahan masakan maupun obat. Salah satu masalah dalam budidaya bawang merah adalah serangan layu fusarium dan bercak ungu. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis konsentrasi filtrat patogen *Fusarium oxysporum* dan *Alternaria porri* yang dapat mematikan tunas bawang merah secara *in vitro* sehingga dosis ini dapat digunakan sebagai agen penyeleksi untuk ketahanan terhadap penyakit layu fusarium dan bercak ungu. Perlakuan yang diberikan adalah media tanam bawang merah (kontrol) dan media filtrat patogen. Media yang diberi filtrat patogen *F. oxysporum* (F) dan *A. porri* (A) terdiri dari beberapa konsentrasi yaitu : (F10%), (F20%), (F30%), (F40%), (F50%) dan (A10%), (A20%), (A30%), (A40%). Data diperoleh dari pengamatan visual terhadap tunas yang dilakukan 12 hari untuk pengamatan pertumbuhan sedangkan pengamatan kematian selama 19 hari. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan tunas yang ditanam pada media filtrat patogen lebih lambat dibandingkan pertumbuhan tunas yang ditanam pada media kontrol. Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi filtrat *A. porri* 20%, 30%, 40% dan *F. oxysporum* 30%, 40%, 50% dapat digunakan sebagai dosis penyeleksi terhadap penyakit bercak ungu dan layu fusarium.

**Kata Kunci** : ketahanan penyakit, seleksi *in vitro*.

#### ABSTRACT

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is a vegetable that is widely consumed in Indonesia as a culinary and medicinal ingredient. One of the problems in shallot cultivation is Fusarium wilt and purple spot. The aim of this study is to determine the concentration dose of Fusarium oxysporum and Alternaria porri pathogen filtrate that can kill shallot shoots in vitro, so that this dose can be used as a selection agent for resistance to Fusarium wilt and purple spot. The treatments were onion growth media (control) and pathogen filtrate media. The media treated with F. oxysporum (F) and A. porri (A) pathogen filtrates consisted of several concentrations, namely: (F10%), (F20%), (F30%), (F40%), (F50%) and (A10%), (A20%), (A30%), (A40%). The data were obtained from visual observations of the shoots carried out for 12 days for growth observations and for 19 days for death observations. The results showed that the growth of shoots grown on pathogen filtrate media was slower than the growth of shoots grown on control media. Based on the results of the study, the concentration of A. porri filtrate 20%, 30%, 40% and F. oxysporum 30%, 40%, 50% can be used as a selective dose against purple spot and fusarium wilt.

**Keyword** : disease resistance, in vitro selection

## PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak digunakan di Indonesia sebagai bahan baku masakan hingga dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Bawang merah mengandung senyawa aktif flavonoid yang bersifat anti inflamasi atau anti radang. Bawang merah berfungsi sebagai antioksidan alami yang dapat menekan efek karsinogenik dari senyawa radikal bebas. Kandungan senyawa dalam bawang merah juga turut berperan dalam menetralkan zat-zat toksin berbahaya dan membantu membuangnya dari dalam tubuh (Kurniawati 2010). Data BPS tahun 2022 memperlihatkan produksi bawang merah Indonesia mengalami surplus sehingga kebutuhan bawang merah rumah tangga tercukupi, namun di tahun yang sama terjadi kenaikan harga bawang merah lokal yang mencapai Rp. 60.000 sedangkan harga bawang merah impor bernilai sekitar Rp. 20.000-30.000  $kg^{-1}$  nya.

Permasalahan selanjutnya yang menekan produksi bawang merah nasional adalah kerusakan pada tanaman yang disebabkan oleh hama dan penyakit. Basuki (2014), menyatakan bahwa hama dan penyakit utama yang menyebabkan permasalahan pada budidaya bawang merah disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* dan *Alternaria porri*. *Alternaria porri* dan *Fusarium oxysporum* merupakan jamur patogen yang menyebabkan kelayuan pada tanaman bawang merah. Patogen ini menyebabkan pembusukan jaringan yang akan menyebabkan kematian pada tanaman bawang merah (Taskirah *et al.* 2022). Jamur *Fusarium oxysporum* bertahan di dalam tanah dan menyebar secara cepat apabila tidak dilakukan rotasi tanaman. Kerugian yang disebabkan oleh serangan patogen ini dapat menjadi sangat besar karena dapat menyebabkan petani gagal panen. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi petani bawang merah adalah dengan menggunakan varietas yang tahan terhadap penyakit tersebut (Miftahurrohma dan Wahyuni 2022).

Perakitan varietas tanaman yang tahan penyakit dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Pemuliaan bawang merah sulit dilakukan melalui persilangan konvensional karena pembentukan bunga memerlukan kondisi lingkungan yang berbeda dengan lingkungan untuk produksi dan hanya beberapa varietas yang dapat diinduksi pembentukan bunganya. Kultur jaringan merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan pemuliaan tanaman pada tanaman yang terhambat secara genetik. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis konsentrasi filtrat patogen *Fusarium oxysporum* dan *Alternaria porri* yang dapat mematikan tunas bawang merah secara *in vitro* sehingga dosis ini dapat digunakan sebagai agen penyeleksi untuk ketahanan terhadap penyakit layu fusarium dan bercak ungu.

## METODE PENELITIAN

### *Lokasi dan Waktu Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Departemen Agronomi Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan September 2023.

### *Alat dan Bahan*

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow cabinet* (LAF), autoklaf, gelas ukur, erlenmeyer, *beaker glass*, *hot plate*, mikropipet, cawan petri, timbangan analitik, botol kultur, spatula, pH meter digital, pinset, scalpel, *petridish*, bunsen, *hand sprayer*, rak kultur, lemari es dan ATK serta laptop.

Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah tunas *in vitro* bawang merah varietas Bima dan filtrat patogen *Alternaria porri* dan *Fusarium oxysporum*. Bahan

lain yang digunakan adalah media dasar Murashige dan Skoog (MS), gula, naphthalene acetic acid (NAA), kinetin, casein hydrolysate (CH), dan agar sebagai bahan pematat. Bahan pendukung lainnya larutan pemutih (clorox), dithane M-45 (fungisida) dan agrept, agrimisin (bakterisida), alkohol 70% dan 96%, akuades, plastic wrap, dan aluminium foil untuk tutup botol kultur.

#### *Metode Pembuatan Media*

Media yang digunakan dalam penelitian ini meliputi media tanam kontrol yaitu media tanam bawang merah tanpa tambahan filtrat dan media tanam bawang merah yang diberi tambahan PDB (*Potato Dextrose Broth*) 50%. Media tanam bawang merah kontrol merupakan media dasar MS dengan penambahan kinetin  $2 \text{ ml L}^{-1}$  + NAA  $2 \text{ ml L}^{-1}$  + Casein  $0,25 \text{ g L}^{-1}$ . Media yang diberi perlakuan penambahan filtrat adalah media tanam bawang merah dengan tambahan filtrat *A. porri* (A) dengan konsentrasi (A10%), (A20%), (A30%), (A40%). dan media dengan tambahan filtrat *F. oxysporum* (F) dengan konsentrasi (F10%), (F20%), (F30%), (F40%), (F50%). Tunas bawang merah yang digunakan adalah tunas yang diregenerasikan dari cakram/basal umbi pada media MS dengan penambahan kinetin  $2 \text{ ml L}^{-1}$  + NAA  $2 \text{ ml L}^{-1}$  + Casein  $0,25 \text{ g L}^{-1}$ . Tunas yang sudah memiliki daun sempurna digunakan sebagai eksplan dalam penentuan dosis letal.

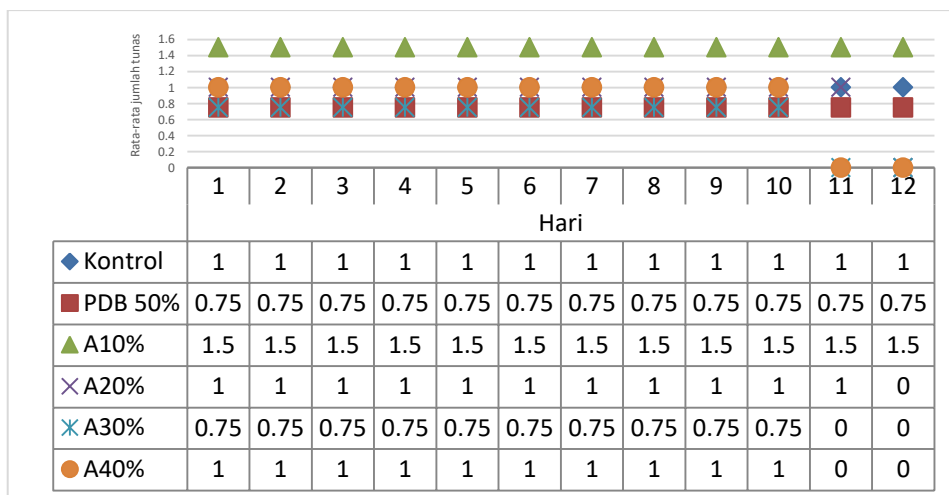
#### *Pengamatan*

Pengamatan pertumbuhan dan kelayuan pada tunas yang diberi perlakuan filtrat *A. porri* dilakukan selama 12 hari dan pengamatan pada tunas yang diberi perlakuan filtrat *F. oxysporum* dilakukan selama 19 hari. Variabel pengamatan meliputi jumlah tunas, jumlah daun, tinggi tunas tingkat kelayuan dan kematian pada tunas bawang merah. Pengukuran tinggi tunas dilakukan menggunakan penggaris dan diukur dari pangkal hingga ujung tunas. Jumlah daun dihitung dari daun yang sudah terbuka dan masih segar. Jumlah tunas dihitung berdasarkan jumlah tunas dengan kondisi yang masih hijau dan waktu kelayuan/kematian tunas diamati berdasarkan perubahan kondisi tunas yang telah pucat dan layu.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

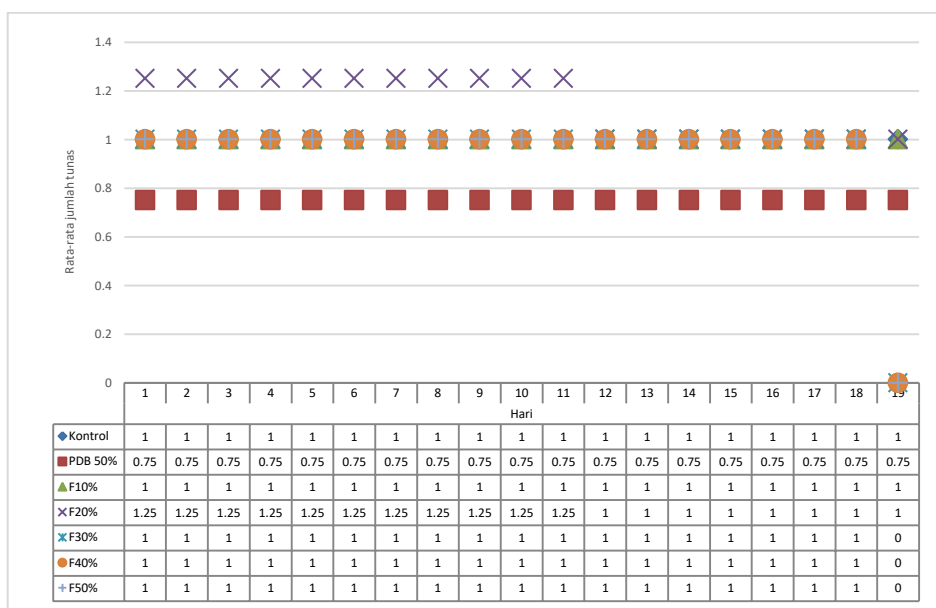
#### *Jumlah Tunas*

Pertumbuhan bawang merah erat kaitannya dengan pertumbuhan tunas. Pertumbuhan bawang merah akan berlangsung dengan baik apabila ditanam pada media yang memberikan cukup unsur hara yang mendukung pertumbuhan eksplan bawang merah di lingkungan *in vitro*. Pada penelitian ini, jumlah tunas diamati dan dihitung berdasarkan tunas yang masih hidup dan segar. Berdasarkan uji statistik, rata-rata jumlah tunas dan daun bawang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Meskipun demikian, dari grafik rata-rata jumlah tunas bawang merah pada media kontrol menunjukkan hasil pada media A30% dan A40% tidak mengalami pertumbuhan tunas, bahkan pada hari ke 11 mengalami kematian. Tunas yang ditumbuhkan pada media dengan penambahan PDB 50% tidak menunjukkan pertumbuhan tunas tetapi juga tidak menunjukkan kelayuan/kematian (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik jumlah tunas bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Alternaria porri*.

Pertumbuhan tunas bawang merah yang ditumbuhkan pada media dengan penambahan filtrat *F. oxysporum* menunjukkan bahwa tunas pada media dengan penambahan filtrat *F. oxysporum* tidak menunjukkan pertambahan jumlah tunas dan terjadi kematian pada 19 HST (Gambar 2).

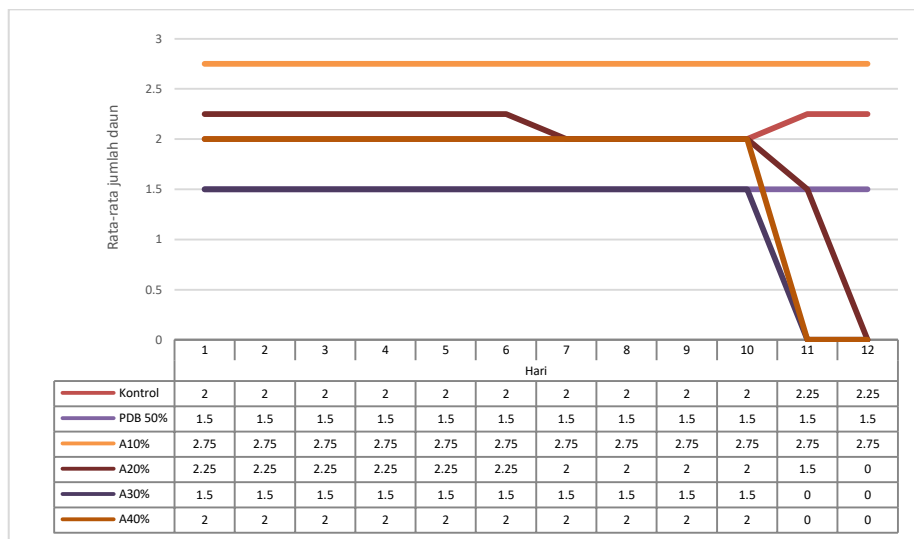


Gambar 2. Grafik jumlah tunas bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Fusarium oxysporum*.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak terjadi pertambahan rata-rata jumlah tunas yang ditanam pada media filtrat *Fusarium oxysporum*. Terjadi penurunan jumlah tunas pada media F20% pada umur 12 HST dan penurunan jumlah tunas yang ditanam pada media F30%, F40% dan F50% di hari ke 19 yang disebabkan terjadi kelayuan. Perbanyak tunas dalam kondisi *in vitro* dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi adalah potensi genetik tanaman dan faktor eksternal yang mempengaruhi adalah disebabkan oleh lingkungan dan kandungan media yang digunakan (Karjadi dan Buchory 2008). Jumlah tunas bawang merah yang ditanam pada media kontrol dan PDB 50% tidak bertambah hingga akhir pengamatan, meski demikian tunas-tunas tersebut tetap mengalami pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan

dengan tunas yang ditanam pada media dengan tambahan filtrat patogen. Indikasi pertumbuhan yang lebih baik adalah dengan terjadinya pertumbuhan tinggi tunas selama masa pengamatan yang disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

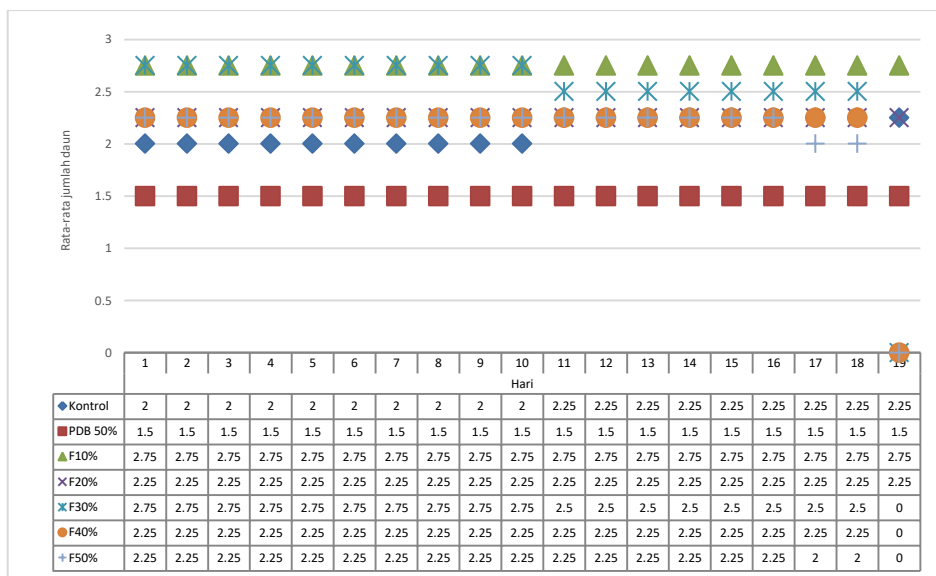
*Jumlah Daun*



Gambar 3. Grafik jumlah daun bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Alternaria porri*.

Jumlah daun pada tunas bawang merah yang ditanam pada media kontrol dan media filtrat *Alternaria porri* disajikan pada Gambar 3. Grafik pada gambar 3 menunjukkan terjadi penurunan jumlah daun bawang merah yang ditanam pada media yang diberi filtrat *Alternaria porri*. Pengamatan jumlah daun dihitung berdasarkan jumlah daun yang sudah terbuka dan masih segar. Jumlah daun pada tunas bawang merah yang ditanam pada media kontrol mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa media kontrol yang digunakan mampu memberikan pengaruh yang baik pada pertumbuhan daun pada tunas bawang merah. Jumlah daun pada tunas bawang merah yang ditanam pada media PDB tidak mengalami perubahan sejak awal hingga akhir pengamatan. Penurunan jumlah daun bawang pada media filtrat *Alternaria porri* terjadi sejak 7 HST. Penurunan jumlah daun sejalan dengan terjadinya kelayuan pada tunas bawang merah. Semakin tinggi konsentrasi filtrat *Alternaria porri* pada media semakin cepat tanaman mengalami penurunan jumlah daun hingga mati.

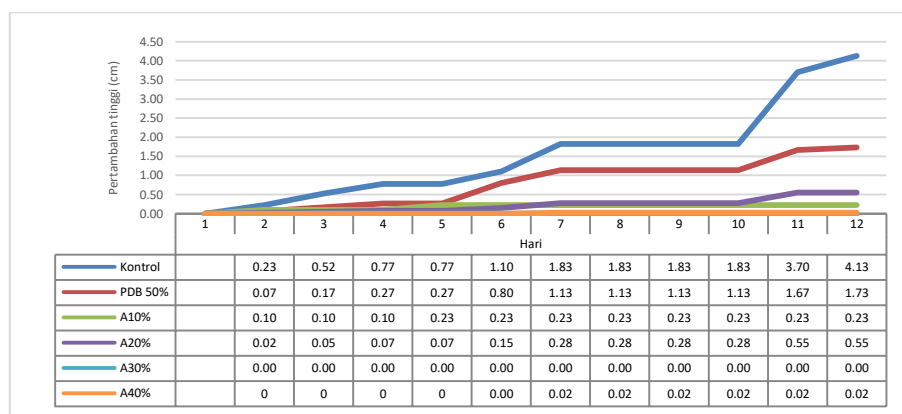
Kerusakan pada tunas bawang merah lebih parah terjadi pada tunas yang ditanam pada media filtrat A30% dan 40% yang mengalami kematian pada hari ke 11 dan kematian di hari ke 12 pada tunas yang ditanam pada media A20%. Kerusakan yang terjadi pada tunas dan daun ini sesuai dengan mekanisme penyerangan patogen *Alternaria porri* yang dapat menyerang banyak bagian pada tanaman bawang merah seperti batang, daun dan umbi (Marantik dan Trimulyono 2019). Gejala serangan jamur *Alternaria porri* pada bawang merah ditandai dengan munculnya bercak melekuk yang kemudian berubah menjadi putih dan melunak (Taskirah *et al.* 2022). Gejala tersebut sesuai dengan ciri-ciri yang ada pada tunas bawang merah yang ditanam pada media A20%, A30% dan A40% di akhir pengamatan. Gejala kerusakan yang disebabkan oleh *A. porri* lebih parah dari kerusakan yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* (Udiarto *et al.* 2005).



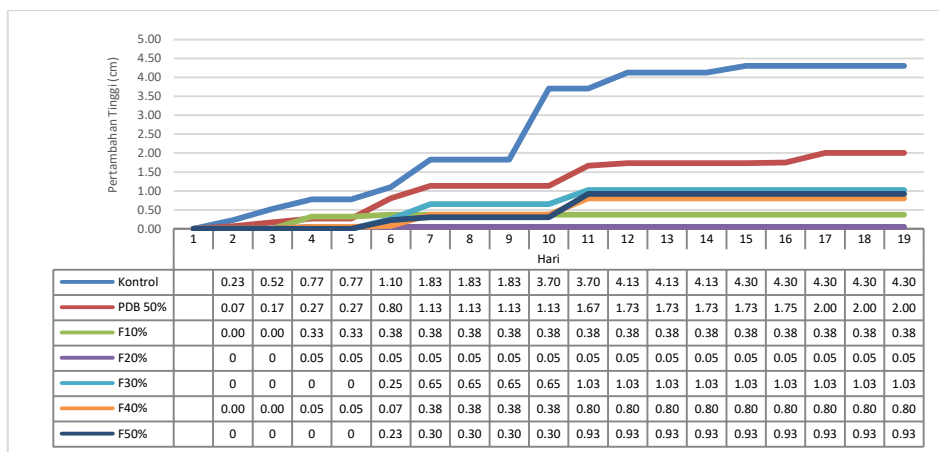
Gambar 4. Grafik jumlah daun bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Fusarium oxysporum*.

Jumlah daun pada tunas bawang merah yang ditanam pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Fusarium oxysporum* disajikan pada gambar 4. Grafik pada gambar 4 menunjukkan jumlah daun yang ditanam pada media filtrat *Fusarium oxysporum* cenderung stagnan/tetap yang kemudian mengalami penurunan pada tunas yang ditanam pada media F30% di hari ke 12 dan F50% di hari ke 18. Penurunan jumlah daun terjadi pada tunas bawang merah yang ditanam pada media F30%, F40% dan F50% karena mengalami kelayuan. Gejala kelayuan tersebut diikuti kematian yang terjadi pada hari ke 19 pada tunas yang ditanam pada media filtrat fusarium. Berdasarkan data pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa media yang diberi filtrat patogen menyebabkan penurunan kualitas tunas bawang merah hingga menyebabkan kematian.

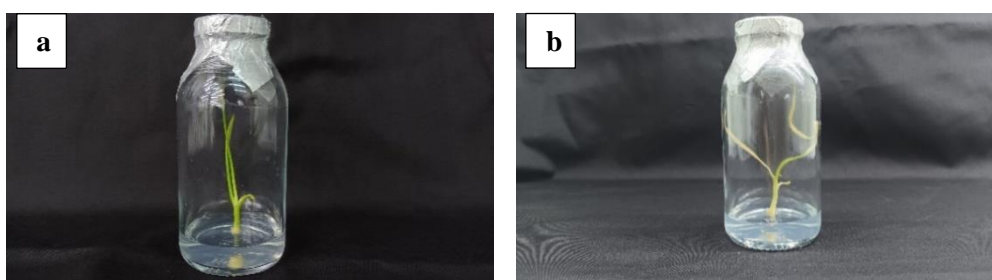
Tinggi Tunas



Gambar 5. Grafik pertambahan tinggi tunas pada media kontrol, PDB 50% dan *Fusarium oxysporum*

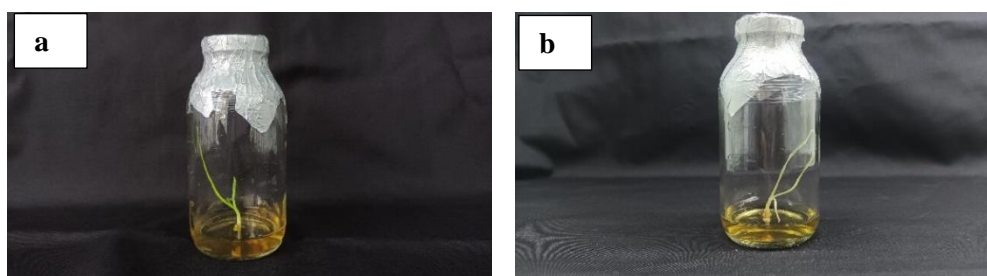


Gambar 6. Grafik pertambahan tinggi tunas pada media kontrol, PDB 50% dan *Alternaria porri*



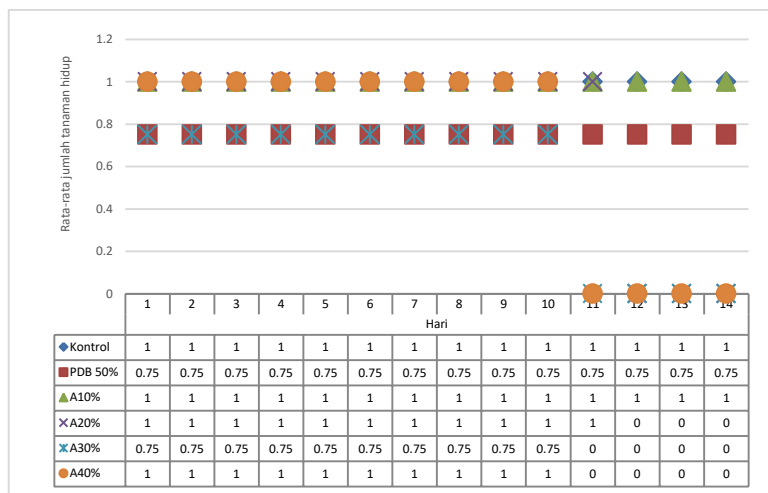
Gambar 7. (a) Tunas bawang merah pada media kontrol 0 HST, (b) Tunas bawang merah pada media kontrol (b) 19 HST.

Grafik pertambahan tinggi tunas bawang merah pada berbagai media disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Berdasarkan data yang telah disajikan, dapat dilihat bahwa pertumbuhan tinggi tunas yang ditanam pada media filtrat patogen cenderung stagnan atau hanya mengalami sedikit pertambahan selama masa pengamatan dibandingkan media kontrol dan PDB. Tunas yang ditanam pada media PDB mengalami pertambahan tinggi meskipun tidak lebih baik dibandingkan media kontrol. Namun, meski demikian tunas yang ditanam pada media PDB tidak pula mengalami kematian (Gambar 8a dan Gambar 8b) seperti tunas yang ditanam pada media filtrat patogen. PDB (*Potato Dextrose Broth*) merupakan media cair yang umum digunakan untuk kultur fungi. Kandungan sebagian besar media PDB adalah karbohidrat tinggi dalam bentuk polisakarida (Simanjutak *et al.* 2002). Pada kultur bawang merah, peningkatan konsentrasi gula dalam medium akan menginduksi pembentukan umbi dan menekan pertumbuhan tunas (Firgiyanto *et al.* 2022).

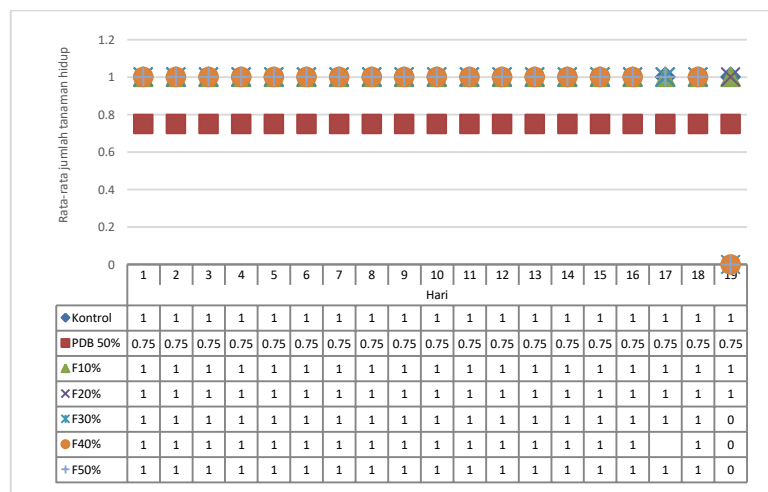


Gambar 8. (a) Tunas bawang merah pada media PDB 50% 0 HST, (b) Tunas bawang merah pada media PDB 50% 19 HST.

Kelayuan dan Kematian Tunas

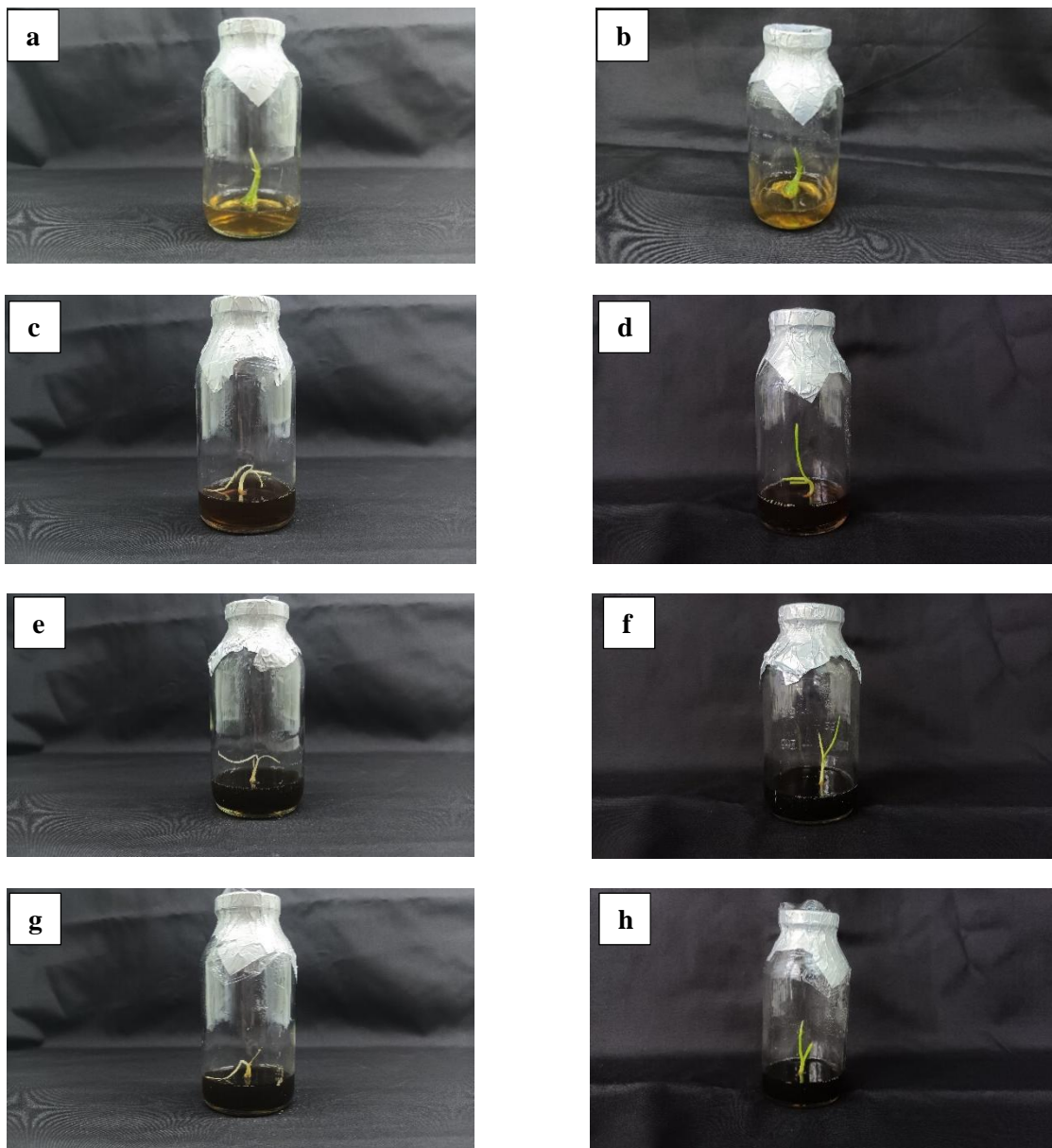


Gambar 9. Grafik kelayuan bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Alternaria porri*.



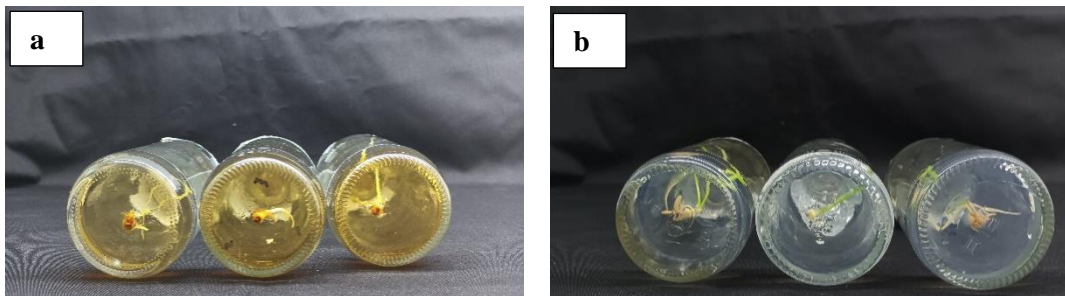
Gambar 10. Grafik kelayuan bawang merah pada media kontrol, PDB 50% dan media filtrat *Fusarium oxysporum*.

Grafik kelayuan bawang merah pada berbagai media disajikan pada gambar 9 dan 10. Berdasarkan grafik yang disajikan, kematian pada tunas bawang merah terjadi pada media A20%, A30% dan A40 % pada hari ke 11 dan 12 (Gambar 9). Kematian yang terjadi pada tunas diawali dengan gejala warna tunas yang menguning kemudian tanaman menjadi pucat dan layu. Daya hidup tunas bawang merah yang ditanam pada media dengan filtrat alternaria lebih rendah dibandingkan media kontrol dan PDB. Tunas yang ditanam pada media PDB tetap hidup hingga akhir pengamatan meski pertumbuhannya tidak sebaik dibandingkan tunas bawang merah yang ditanam pada media kontrol.



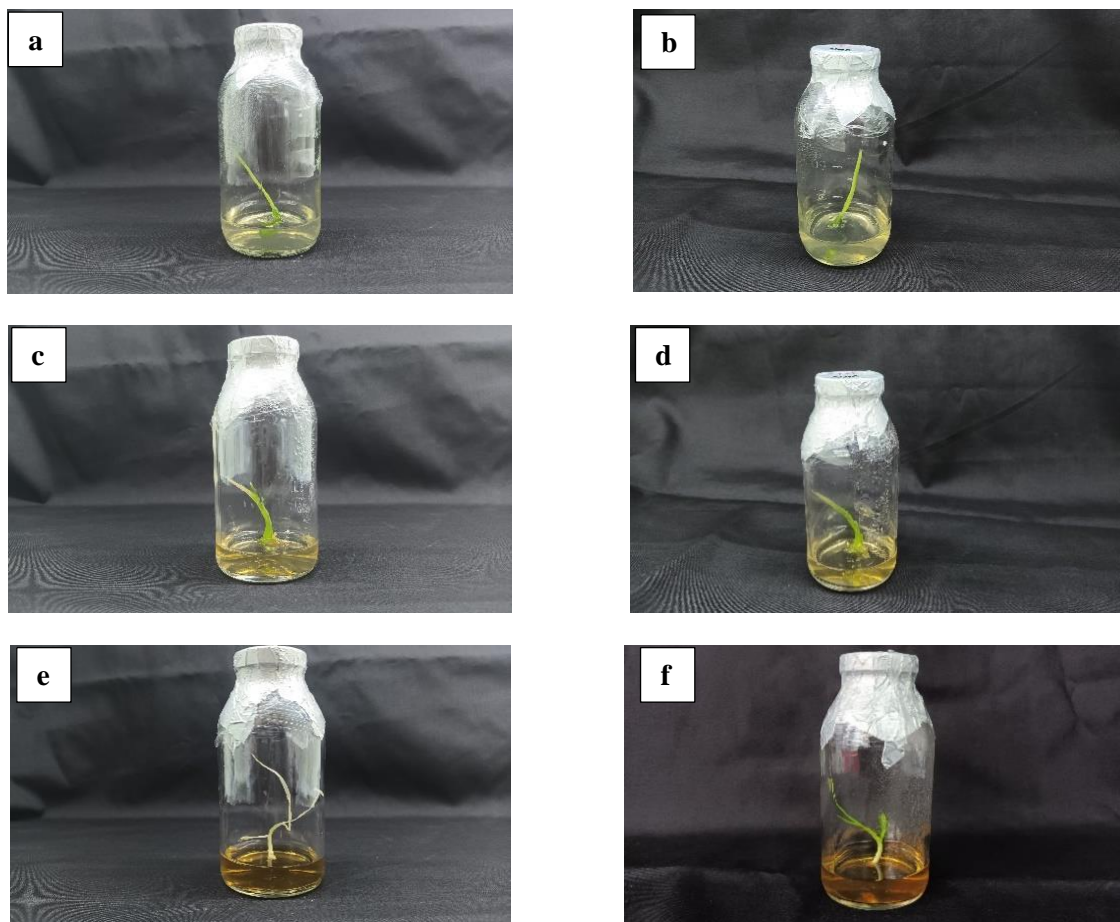
Gambar 11. (a) Tunas bawang merah pada media A10% 12 HST (a), (b) Tunas bawang merah pada media A10% 0 HST, (c) Tunas bawang merah pada media A20% 12 HST, (d) Tunas bawang merah pada media A20% 0 HST, (e) Tunas bawang merah pada media A30% 12 HST, (f) Tunas bawang merah pada media A30% 0 HST, (g) Tunas bawang merah pada media A40% 12 HST, (h) Tunas bawang merah pada media A40% 0 HST.

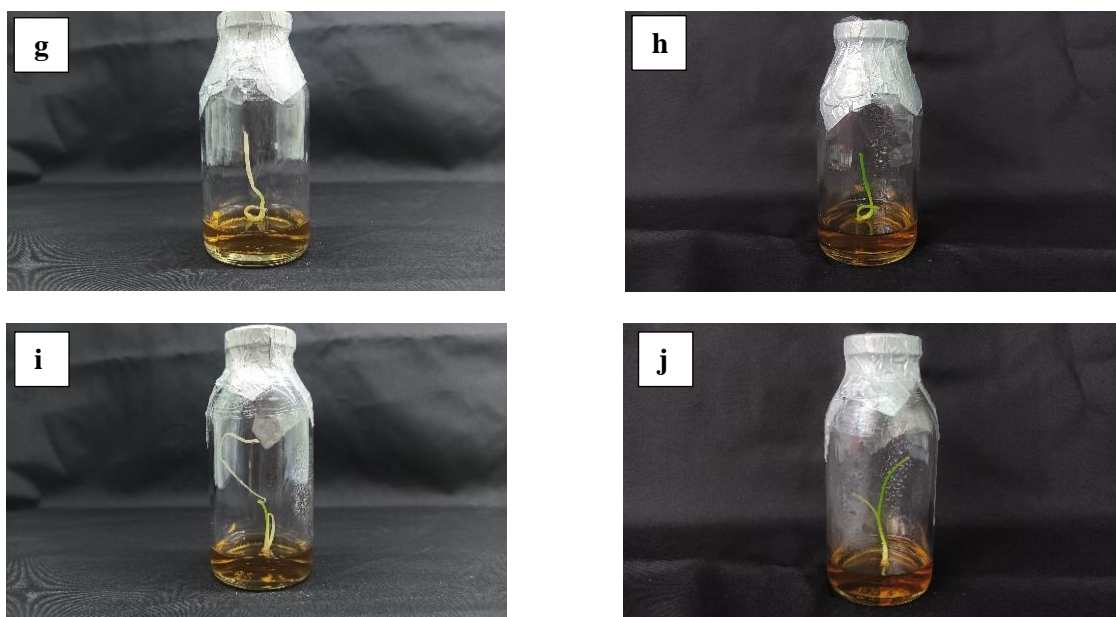
Tunas bawang merah yang ditanam pada media filtrat *A. porri* mengalami gejala kelayuan dengan ciri-ciri pucuk daun menjadi pucat dan layu. Perbandingan keadaan tunas dapat dilihat pada Gambar 11a hingga Gambar 11h yang menampilkan kondisi tunas pada awal dan akhir perlakuan. Dapat dilihat bahwa pada perlakuan A20% (Gambar 11c) sudah terjadi kematian hingga perlakuan A40%.



Gambar 12. (a) Pangkal tunas bawang merah pada media filtrat fusarium 30%, 40%, 50%, (b) Pangkal tunas bawang merah pada media kontrol.

Menurut Miftahurrohma dan Wahyuni (2022), gejala yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* adalah daun yang meliku dan melintir, tanaman berwarna hijau kekuningan sedikit layu dan terjadi kebusukan pada bagian perakarannya. Ciri-ciri tersebut sesuai dengan keadaan tunas bawang merah yang ditanam pada media F30%, F40% dan F50% yang mengalami kelayuan (Gambar 12a). Perbandingan kondisi pangkal tunas disajikan pada Gambar 12a dan Gambar 12b. Berdasarkan hasil penelitian, ketahanan bawang merah hanya dapat bertahan pada media dengan tambahan filtrat konsentrasi rendah.





Gambar 13. (a) Tunas bawang merah pada media F10% 19 HST, (b) Tunas bawang merah pada media F10% 0 HST, (c) Tunas bawang merah pada media F20% 19 HST, (d) Tunas bawang merah pada media F20% 0 HST, (e) Tunas bawang merah pada media F30% 19 HST, (f) Tunas bawang merah pada media F30% 0 HST, (g) Tunas bawang merah pada media F40% 19 HST, (h) Tunas bawang merah pada media F40% 0 HST, (i) Tunas bawang merah pada media F40% 19 HST, (j) Tunas bawang merah pada media F50% 0 HST.

Tunas bawang merah yang ditanam pada media filtrat *F. oxysporum* mengalami gejala kelayuan dengan ciri-ciri tunas mengalami kelayuan dan terjadi perubahan warna pada pangkal tunas menjadi coklat kehitaman (Gambar 12a). Perbandingan keadaan tunas dapat dilihat pada Gambar 13a hingga Gambar 13j yang menampilkan kondisi tunas pada awal dan akhir perlakuan. Dapat dilihat bahwa pada perlakuan F30% (Gambar 13e) sudah terjadi kematian hingga perlakuan F50%.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dosis konsentrasi filtrat patogen yang dapat mematikan tunas bawang merah adalah pemberian dosis 20%, 30%, 40% filtrat *Alternaria porri* dan dosis 30%, 40%, 50% filtrat *Fusarium oxysporum*. Kematian yang disebabkan oleh filtrat patogen *Alternaria porri* lebih cepat terjadi yaitu pada 12 HST sedangkan kematian yang disebabkan oleh filtrat *Fusarium oxysporum* terjadi pada 19 HST.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan pada rekan-rekan penulis dan Laboratorium Kultur Jaringan Institut Pertanian Bogor serta. Penelitian ini merupakan join riset kolaborasi antara Pusat Riset Perkebunan BRIN dengan Departemen Agronomi dan Hortikultura tahun anggaran 2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. *Produksi Tanaman Sayuran 2022*. ID: Badan Pusat Statistik.
- Firgiyanto, R., Pangestuti, A., Sukri, M.A., Rohman, H.F. 2022 Pengaruh konsentrasi gula dan pacloburazol pada pengumbian kentang secara *in vitro*. *Vegetalika*. 11(4):253-265.

- Karjadi, A.K., Buchory, A. 2008. Pengaruh komposisi media dasar, penambahan BAP, dan Pikloram terhadap induksi tunas bawang merah. *J. Hort.* 18(1):1-9.
- Kurniawati, N. 2010. *Sehat dan Cantik Alami Berkat Khasiat Bumbu Dapur*. Bandung : Qanita.
- Marantika, V.M., Trimulyono, G. 2019. Aktivitas antifungi ekstrak *Lichen Parmelia sulcata* terhadap pertumbuhan jamur *Alternaria porri*. *LenteraBio*. 8(3):231-236.
- Miftahurrohma, Wahyuni, W.S. 2022. Pengendalian penyakit layu (*Fusarium oxysporum* f.sp *cepae*) pada tanaman bawang merah dengan air rebusan serai dapur (*Cymbopogon citratus*). *Berkala Ilmiah PERTANIAN*. 5(2):65-69.
- Simanjuntak, P., Parwati, T., Bustanussalam, Prana, T.K., Shibuya, H. 2002. Produksi alkaloid kuinina oleh beberapa endofit dengan penambahan zat induser (studi mikroba endofit tanaman *Chincona* sp. (2)). *Majalah Farmasi Indonesia*. 13(1):1-6.
- Taskirah, A., Damaris, B., Gustina. 2022. Mengidentifikasi jamur patogen pada tanaman bawang merah (*Allium cepa*) di Kecamatan Tabang Kabupaten Mamasa Sulawesi Barat. *Jurnal Celebes Biodeversitas*.5(2):8-16.
- Udiarto, B.K., Setiawati, W., Suryaningsih, E. 2005. *Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman bawang merah dan Pengendaliannya*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.