

Optimalisasi Alih Fungsi Gulma Sebagai Antiviral *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) Tanaman Cabai

Sekar Utami Putri^{#1}, Jumiaturun^{#2}

[#]Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember

¹email.sekar_utami@polije.ac.id

³email.jumiaturun@polije.co.id

Abstract

Tobacco Mosaic Virus (TMV) is one of the viral genes of tobamovirus, which has a wide and optimal range of hosts that grow high-value crops. Efforts to control the disease that began to be developed is the use of antiviral. Antiviral that can be applied to control the disease caused by the virus. Weeds are herbs that contain allelopathic compounds and other natural ingredients that can be used as antivirals. The availability of quite a lot and inhibited plant growth can be converted to make antiviral production. The purpose of this research is to know the effect of using some weed species as antiviral in disease control of tobacco mosaic virus (TMV). The result of this research is antiviral application of weed extract before inoculation able to support virus incubation period in chilli plant. Weed extracts that are applied because antiviral still can not overcome the spread of disease still acts as a systemic resistance inhibitor. This is seen with the presence of intensias disease around 40-55%.

Keywords— antiviral, tobamovirus, weeds

I. PENDAHULUAN

Cabai merupakan komoditi hortikultura unggulan yang banyak dikonsumsi masyarakat dikarenakan rasa pedas yang dimilikinya sebagai pelengkap dalam cita rasa masakan. Cabai besar dengan kontribusi produksi sebesar 1.074.602 ton atau sekitar 9,02 persen terhadap produksi sayuran nasional berada pada urutan keempat. Jawa Timur menyumbang 10,33% produksi cabai pada data sayuran nasional, angka ini lebih kecil dibandingkan Jawa Tengah 15,61% [13]. Berdasarkan penelitian Nofita dan Hadi [14], Produktivitas cabai pada di kota sentra produksi cabai di Jawa Timur adalah 11.263kg/ha. Namun diawal tahun 2017, produksi bulan januari itu ada 1.440 kuintal [15].

Hasil panen yang tidak stabil biasanya disebabkan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Virus merupakan patogen yang dijumpai disetiap areal pertanaman yang menyebabkan penyakit daun mosaik dan kuning keriting pada tanaman cabai. Virus yang menyerang tanaman cabai adalah *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), *Chilli Veinal Mottle Virus* (ChiVMV), *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), *Potato Virus Y* (PVY), *Potato Virus X* (PVX), *Tobacco Etch Virus* (TEC), *Tobacco Ringspot Virus* (TRSV) [16]. Beberapa virus juga telah dilaporkan berasosiasi bersamaan (sinergi) dalam menginfeksi tanaman cabai. Nyana [12] mengemukakan adanya 2 jenis virus utama pada cabai yang menyebabkan gejala mosaik dari golongan tobamovirus (TMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) dari golongan Cucumovirus atau *Chilli veinal mottle virus* (ChiVMV) dari golongan Potyvirus dan, gejala kuning

(9,2%) yang di induksi oleh *Pepper yellow leaf curl virus* (PepYLCV), dari golongan Begomovirus.

Berdasarkan pengamatan di Lapang, adanya kecenderungan nilai tinggi pada gejala mosaik diawal pertanaman kemudian diikuti dengan gejala kuning. TMV salah satu virus yang penularannya sangat mudah. Hal ini dikarenakan penularan secara mekanik lebih efektif dalam persebaran penyakit. Selain itu, penularan melalui benih. Sterilisasi alat dan tenaga kerja dari TMV saat budidaya cabai sangat diperlukan untuk mengurangi gejala mosaik di lapang.

Salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah pengaplikasian antiviral. Antiviral bisa berasal dari bahan alami yang mengandung zat kimia penghambat infeksi virus pada tanaman. Pada penelitian ini antiviral yang digunakan berasal dari bahan alami yaitu ekstrak gulma dalam penghambatan gejala mosaik cabai. Selain bahannya mudah di dapat dan memaksimalkan sumber daya alam yang ada disekitar petani.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gulma

Gulma merupakan tanaman yang keberadaannya tidak diinginkan. Hal ini dikarenakan menghambat pertumbuhan tanaman pada suatu lahan, menjadi inang alternatif bagi hama dan patogen, dan menghasilkan zat alelopati. Zat ini keluar dari perakaran tanaman. Berdasarkan morfologinya, gulma dibagi menjadi gulma daun sempit, gulma teki-teki, gulma daun lebar dan gulma pakis-pakis [4].

Senyawa aleopat merupakan senyawa kimia yang dilepaskan tumbuhan (seperti alang-alang dan gulma lainnya) ke lingkungan tempat tumbuh dan dapat menghambat atau mematikan tumbuhan lainnya. Pemberian konsentrasi aleopat yang tinggi ternyata berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan persentase semai biji akasia. Aleopat merupakan pengaruh yang merugikan atau menghambat secara langsung atau tidak langsung dari suatu tumbuhan terhadap tumbuhan lain melalui produksi senyawa kimia yang dilepaskan dan dibebaskan ke lingkungan hidup tumbuhan [11].

Selain alang-alang yang mampu menghasilkan zat aleopati adalah golongan teki-teki. *Cyperus rotundus* merupakan salah satu teki yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku obat tradisional. Kandungan utamanya antara lain flavonol, glikosida, saponin, fenol, glikosida cardiac terpen. Kandungan ini diteliti mampu mengurangi sel kanker secara *in vitro* dan bagian tanaman yang kandungannya tinggi pada bagian rhizoma. Hal ini bisa dijadikan informasi tambahan, tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pengendali (pestisida nabati atau antiviral) [2].

B. Antiviral
Istilah 'Antiviral' telah didefinisikan sangat luas sebagai bahan anti-virus atau virus yang mengandung vaksin atau antibodi spesifik yang dapat menghasilkan efek perlindungan atau terapi untuk infeksi virus pada suatu inang [17]. Zat antiviral kini banyak diperoleh dari produk alami, termasuk tanaman obat, sebagai target potensial. Hal ini diketahui bahwa tanaman obat tertentu memiliki kegiatan antiviral [10]. Berbagai macam fitokimia aktif, seperti flavonoid, terpenoid, lignin, sulfida, polifenol, kumarin, saponin, senyawa furyl, alkaloid, polylines, thiophenes, protein dan peptida, telah diidentifikasi untuk menghambat berbagai virus [10;17].

Target aktivitas antivirus adalah amplop virus, asam nukleat virus, protein virus dan target lainnya. Bahan utama antiviral bisa dari tanaman tingkat tinggi, alga dan lumut [18]. Proses proteolitik pada prekursor virus poliprotein dengan virus proteinase adalah proses esensial untuk pematangan virus. Penghambat dirancang spesifik untuk masing-masing protease virus sehingga tujuan sesuai yang diinginkan [19].

C. TMV pada tanaman Cabai

Tobacco mosaic virus salah satu anggota virus dari genus tobamovirus. Genomnya terdiri dari satu single-stranded RNA positif [(+)ssRNA] dengan rata-rata nukleotida (6.4 kb) [1]. Gejala penyakit yang disebabkan oleh Tobamovirus antara lain seperti bintik-bintik, klorosis, keriting, distorsi, dan pengerdilan daun, bunga, dan seluruh tanaman. Beberapa tanaman, daerah nekrotik berkembang pada daun. Pada tomat, daun bisa menjadi panjang dan meruncing seperti bentuk tali sepatu (*shoestring*). Infeksi pada tanaman muda bisa mengurangi berat buah dan bercak coklat di dalam buah [1]. TMV (*Tobacco mosaic virus*) selalu

membentuk badan inklusi pada kebanyakan inang. TMV dapat membentuk dua macam badan inklusi, yaitu 1) bentuk amorf, kadang-kadang seperti amoeba dengan berbagai ukuran, dan 2) bentuk kristal [9].

TMV tergolong dalam virus yang stabil. Virus ini dapat bertahan di serasah tembakau yang terinfeksi dan tanahnya, permukaan benih yang terkontaminasi dan rokok yang terbuat dari tembakau kontaminasi. TMV termasuk prevalent (merata) pada beberapa alat-alat pertanian yang digunakan pada produk tembakau. Virus mudah ditularkan oleh tangan yang terkontaminasi atau terimplementasi atau tanaman tembakau yang terinfeksi, dan tanaman yang rentan. Virus masuk melalui luka dan bergerak dari sel ke sel melalui plasmodesmata. Selanjutnya virus memperbanyak diri di setiap sel dan ketika sampai di floem maka proses sistemik suatu tanaman dimulai [3], perlu adanya pengendalian yang dapat menurunkan infektivitas TMV tersebut.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk mengkaji peran ekstrak gulma dalam penghambatan infeksi TMV dan mengkaji keefektifan konsentrasi ekstrak gulma pada tanaman cabai. Manfaat penelitian ini antara lain menambah ilmu dan pengetahuan dalam pemanfaatan gulma sebagai bahan utama untuk teknik perlindungan tanam dan memberikan informasi keefektifan ekstrak gulma dalam aplikasi tanaman.

IV. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2017. Tempat penelitiannya adalah di lahan dan laboratorium. Penelitian dilahan berlokasi di Jambu Arum kelurahan Antirogo Kabupaten Jember, sedangkan untuk kegiatan pembuatan antiviral, analisis dan pengujian di Laboratorium Perlindungan Tanaman Jurusan Produksi Pertanian dan Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang di gunakan untuk penelitian ini adalah rotary evaporator, penangas, kapas, sprayer, sarung tangan, kertas saring, mortar dan flakon. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah *Chenopodium amaranticolor* (sebagai tanaman indikator), tanaman tembakau dan cabai, karborundum, buffer fosfat pH 7, methanol, etanol dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial. Perlakuan yang digunakan adalah gulma family *Cyperaceae* (C) dan family *Herbaceae* (H) yang terdiri dari 5 level dan diulang sebanyak lima kali. Sehingga terdapat 50 unit satuan percobaan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- ✓ Antiviral ekstrak gulma family Cyperaceae (C)
 - CK0 : 0 ppm
 - CK1 : 250 ppm
 - CK2 : 500 ppm
 - CK3 : 750 ppm
 - CK4 : 1000 ppm
- ✓ Antiviral ekstrak gulma family Herbaceae (H)
 - HK0 : 0 ppm
 - HK1 : 250 ppm
 - HK2 : 500 ppm
 - HK3 : 750 ppm
 - HK4 : 1000 ppm

Tahapan yang dilakukan penelitian ini yaitu isolasi virus, perbanyakan virus, ekstraksi polifenol gulma dan uji antiviral in plant.

A. Isolasi Virus

Bahan isolasi virus menggunakan sampel daun cabai yang bergejala TMV, dihaluskan pada mortal dengan menambahkan buffer fosfat (b/v=1/10) sebelumnya. Setelah sampel berbentuk sap, kemudian disaring dengan kapas steril dan ditampung pada petridis steril. Sebelum menginokulasikan sap, tanaman cabai dilukai secara mikroskopis dengan menambahkan karborundum 600mesh pada sap. Sap diusapkan pada permukaan daun cabai dan didiamkan selama lima menit, kemudian membersihkan permukaan daun dari karborundum dan sap yang telah diinokulasikan sebelumnya dengan menyemprot air steril. Pengamatan gejala diamati sekitar 2 hari sekali setelah inokulasi sampai muncul gejala (dengan kisaran waktu inkubasi virus TMV 3-7 hari setelah inokulasi).

B. Perbanyakan Virus

Propagasi virus dilakukan dengan melakukan inokulasi virus pada tanaman cabai. Virus yang diinokulasikan berasal dari virus yang diisolasi terlebih dahulu.

C. Ekstraksi Gulma

Gulma yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari herbaceae dan cyperaceae. Gulma herbaceae meliputi *Ageratum conyzoides* (30%), *Phyllanthus urinaria*, *Phyllanthus niruri* (40%) dan *Mimosa pudica* (30%). Gulma cyperaceae meliputi *Cyperus rotundus*, *Cyperus diformis* (20%), *Cyperus odoratus* (40%), dan *Kyllinga numeralis* (40%). Metode ekstraksi yang dilakukan dengan maserasi. Ekstraksi diawali dengan membersihkan gulma yang dijadikan sampel terdiri dari tumbuhan jenis teki dan daun lebar dengan air mengalir. Selanjutnya bagian gulma family herbaceae (daun lebar) dan cyperaceae (teki) dikeringanginkan selama 1x24jam. Gulma daun lebar dan teki diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut ethanol 96% (b:v = 1:10). Filtrat yang terkumpul dipekatkan dengan penangas suhu 80°C dan diencerkan dengan aquades sebagai ekstrak sesuai perlakuan. Perlakuan yang diaplikasikan pada penelitian ini antara lain 0 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm.

D. Uji In Plant

Pengaplikasian ekstrak gulma dilakukan dengan dua metode yaitu sebelum inokulasi virus dan sesudah inokulasi virus. Metode ini dilakukan pada tanaman inang (cabai). Sumber inokulum diperoleh dari hasil perbanyakan virus pada cabai. Daun cabai (0,01g) digerus dalam 10 mL buffer fosfat kemudian menyaring sap dengan kain kasa atau kapas [20]. Tanaman cabai, diinokulasikan sap sebagai unit pengamatan dan beberapa tanaman sebagai unit perlakuan yang diaplikasikan ekstrak gulma. Tanaman yang diinokulasikan sap sebagai unit pengamatan dan diulang 5 kali sebagai unit perlakuan yang diaplikasikan ekstrak gulma (2.5-5ml/tanaman)[5]. Daun yang diinokulasikan diamati masa inkubasi dan keparahan penyakit TMV pada inang.

1. Masa Inkubasi Virus

Variabel ini mengamati gejala yang muncul pada tanaman inang, melihat perbedaan waktu munculnya gejala antara tanaman yang diberikan aplikasi dan tidak diberikan aplikasi (Kontrol positif: tanaman yang telah diinokulasi mekanik sap virus tanpa aplikasi ekstrak).

2. Keparahahan

Variabel ini melihat persentase serangan virus TMV. Keragaman gejala yang muncul mampu dijadikan visualisasi bertahannya patogen pada tanaman inang.

Keterangan skoring

- 1 = Daun yang sehat dan tidak bergejala
- 2 = Daun mosaik (1-3 daun mosaic ringan)
- 3 = Moderat- daun mosaic dan kering (3-10 daun mosaic mengering)
- 4 = Daun 50-80% kering
- 5 = Daun kering semua

Data dari hasil pengamatan ditampilkan dengan data deskriptif.

V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

A. Hasil Penelitian

Virus merupakan patogen tanaman yang bersifat parasite obligat sehingga ketika tidak terdapat inang, pathogen ini berbentuk Kristal sebagai bentuk pertahanan hidupnya. TMV tergolong virus yang mampu menginfeksi tanaman 350 spesies [21]. Hal ini yang menyebabkan TMV tergolong virus yang memiliki kemampuan persebaran (prevalensi) tinggi. TMV lebih efektif ditularkan secara mekanik dan melalui biji. Hal yang dapat diaplikasikan untuk memotong siklus TMV adalah meminimalisir transmisi virus pada inang, salah satu dengan antiviral. Antiviral tanaman memiliki 2 peranan utama yaitu RIPs (Ribosom Inactivate Proteins) dan penginduksi ketahanan tanaman.

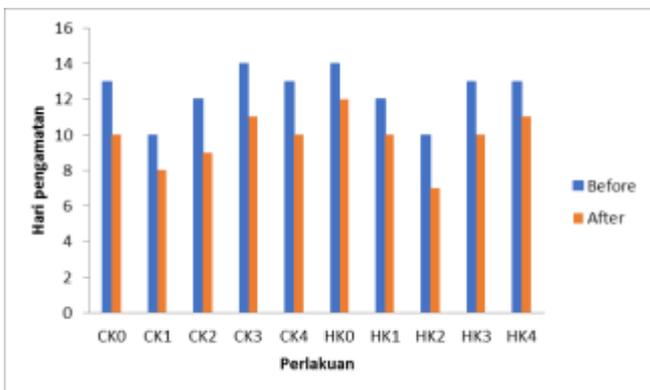
Gulma merupakan tanaman yang kehadirannya tidak diinginkan dalam lahan budidaya. Kelimpahannya yang tinggi dan adanya kemampuan infeksi laten pada gulma menjadi salah satu alasan memanfaatkan gulma sbagai

ekstrak antiviral. Ekstrak diaplikasikan dengan dua metode yaitu setelah tanaman diinokulasi virus (After Application/AA) dan sebelum tanaman diinokulasi virus (Before Application/BA).

1. Masa Inkubasi

Masa inkubasi merupakan parameter yang mengamati waktu yang diperlukan virus untuk menunjukkan gejala penyakit. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan cabai menunjukkan adanya gejala klorosis di umur tanaman 3 hari setelah inokulasi virus pada perlakuan AA dan BA. Masa inkubasi TMV pada tanaman cabai berkisar 10-14 hari sebelum inokulasi (BA) dan 7- 11 hari setelah inokulasi (AA). Aplikasi ekstrak gulma sebelum inokulasi (BA) pada (Gambar 1) menunjukkan kemampuan memperpanjang masa inkubasi virus pada tanaman cabai.

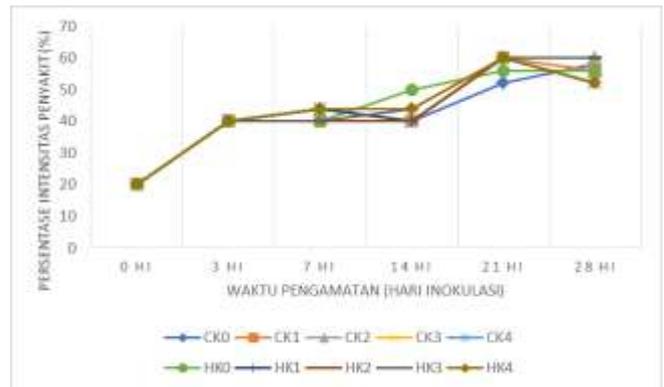
Gejala mosaik muncul di umur tanaman 7 hari setelah inokulasi. Gejala ini merata dari perlakuan konsentrasi ekstrak gulma 0ppm-1000ppm. Peranan ekstrak gulma pada pengaplikasian tanaman cabai dalam penghambatan infeksi diawal pertanaman masih belum optimal. Hal ini adanya dugaan bahwa kandungan kimia pada ekstrak gulma tidak berperan sebagai RIPs.



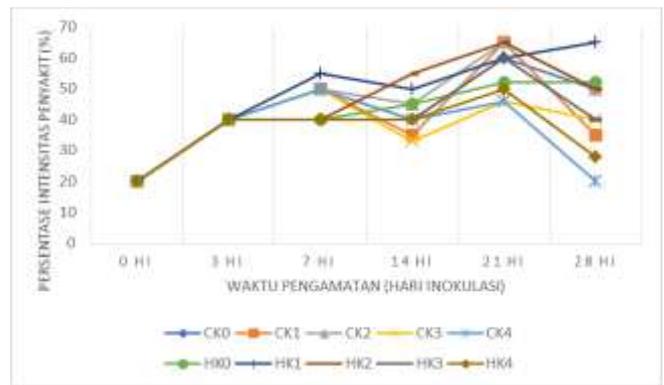
Gambar 1. Masa Inkubasi TMV pada tanaman cabai setelah aplikasi ekstrak gulma

2. Keparahan penyakit

Berdasarkan data sementara yang ada, pada tanaman inang (Cabai) yang berperan sistemik menunjukkan peranan antiviral yang belum maksimal. Peranan ekstrak gulma sebagai penginduksi ketahanan sistemik yang menciptakan Induce System Resistance. Hal ini didukung dengan adanya penurunan keparahan penyakit pada tanaman cabai. Beberapa bahan kimia yang berperan sebagai antiviral antara lain polifenol, flavonoid, kumarin, tannin, saponin dan beberapa zat kimia yang dihasilkan tanaman dari metabolit sekunder. Namun hal ini masih belum bisa didukung dengan kandungan kimia pada ekstrak gulma yang diaplikasikan



Gambar 2. Intensitas serangan TMV pada tanaman cabai sebelum inokulasi



Gambar 3. Intensitas serangan TMV pada tanaman cabai setelah inokulasi

B. Luaran yang dicapai

Penelitian ini telah dipublikasikan pada Jurnal berindeks DOAJ dan telah diseminarkan pada Seminar Hasil Penelitian

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan sampai bulan Oktober 2017, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi yang diaplikasikan aman untuk tanaman cabai. Aplikasi antiviral ekstrak gulma sebelum inokulasi mampu memperpanjang masa inkubasi virus pada tanaman cabai. Ekstrak gulma yang diaplikasikan masih belum bisa menghambat persebaran penyakit melainkan masih berperan sebagai pengimbas ketahanan sistemik. Hal ini terlihat dengan adanya intensitas penyakit sekitar 40-55%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan perlu adanya pengujian lebih lanjut bahan kimia pada ekstrak gulma yang diaplikasikan dan selanjutnya dilakukan pengujian penghambatan tmv dari beberapa ekstrak gulma pada tiap tanaman family tersebut

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan dana DIPA dengan Nomor : SP DIPA-042.01.2.401005/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agrios, G., Plant Pathology, Amerika Serikat : University of Florida. 2005. Ed.5
- [2] Al jamily, Essam FA, Jameelah KTA, "Chemical Composition and Antioxidant Potential of Polyphenol Compounds of *Cyperus rotundus* L. Rhizomes". *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutic* 2 (11): 1277-1286. 2014.
- [3] Backer, C. dan Adkins, S, "Peppers, Tomatoes, and Tobamoviruses", *Plant Pathology Circular* 400 : 1-4. 2000..
- [4] Barus E, Pengendalian Gulma di Perkebunan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 2013.
- [5] Jin Y, Hou L, Zhang M, Tian Z, Cao A, Xie X, Antiviral activity *Eupatorium adenophorum* leaf extract against Tobacco Mosaic Virus. *Crop protection*. 60: 28-53, 2013.
- [6] Kurnianingsih, L. dan Damayanti, T.A., "Lima Ekstrak Tumbuhan untuk menekan infeksi Bean common mosaic virus pada Tanaman Kacang Panjang", *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8 (6) : 155-160. 2012.
- [7] Lu, M., Han, Z., Xu, Y., Yao, L., "In vitro and in vivo anti-Tobacco Mosaic Virus Activities of Essential oils and Individual Componds", *J. Microbial. Biotechnol.* 23 (6) : 771-778. 2013.
- [8] Santoso, T., Aktivitas Antiviral dari Ekstrak Teh Hijau terhadap Cucumber Mosaic viruss. Thesis: Universitas Gadjah Mada. 1994.
- [9] Wahyuni, S.W., Dasar-Dasar Virologi Tumbuhan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press. 2005.
- [10] Wahyuni, T.S., Tumewu, L., Permanasari, A.A., Apriani, E., Adianti, M., Rahman, A., Widyawaruyanti, A., Lusida, M.A., Soetjipto, Nasonudin, Fuchino, H., Kawahra, N., Shoji, I., Deng, L., Aoki, C., Hotta, H., "Antiviral Activities of Indonesia Medical Plants in East Java Region against hepatitis C virus", *Virology Journal* 10 (259): 1-9. 2013.
- [11] Yanti M, Indriyanto, Duryat, "Pengaruh Zat Alelopat dari Alang-alang terhadap Pertumbuhan Semai Tia Spesies Akasia". *Jurnal Sylvia Lestari* 4(2): 27-38, 2016,
- [12] Nyana, D. N. "Isolasi dan Identifikasi Cucumber Mosaic Virus Lemah untuk Mengendalikan Penyakit Mosaik pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum* spp.)", Phd, disertasi. Universitas Udayana. Bali, 2012
- [13] Kementerian Direktorat Jenderal. "Statistik Produksi Tanaman Hortikultura Tahun 2014". <http://hortikultura.pertanian.go.id/>. 2015.
- [14] Nofita, I dan Hadi, S," Analisis Produktivitas Usahatani Cabai Merah Besar(*Capsicum Annum* L.)di Desa Andongsari Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember", *JSEP* 8(3):66-71, 2015.
- [15] Anwar, C dan Winzani, "Produksi Cabai Turun, Harga di Pasaran Jember Tinggi". <http://m.suarajatimpost.com/>. 2017.
- [16] Semangun, H. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. UGM Press. Yogyakarta. Edisi II. 2007.
- [17] Pushpa, R., Nishant, R., Navin, K., Pankaj, G., "Antiviral Potential of Medicinal Plants; an Overview", *International research journal of pharmacy* 4 (6) : 8-16. 2013.
- [18] Abonyi, D.O., Adikwu, M.U., Esimone, C.O., Ibezim, E.C., "Plants as Source of Antiviral Agents", *African Journal of Biotechnology*, 8 (17) : 3989-3994. 2009.
- [19] Jassim, S.A.A. dan Naji, M.A., "Novel Antiviral Agents; a Medicinal Plant Perspective", *Journal of Applied Microbiology*, 95 : 412-427. 2003.
- [20] Santoso, T., Aktivitas Antiviral dari Ekstrak Teh Hijau terhadap Cucumber Mosaic viruss. Thesis: Universitas Gadjah Mada. 1994.

- [21] Garry. Tobacco Mosaic Virus. *In: Plant disease Facts*. Departemen of Plant Pathology. University of Pennsylvania State University. 2002.