

## Analisis insidensi virus gemini pada tanaman cabai (*Capsicum frutescens*)

Qurrata A'yun, Brilliana Nur Fitriani, Dinar Mindrati Fardhani, Ika Afifah Nugraheni\*

Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

\*Email: ikaafifah@unisayogya.ac.id

### Abstrak

Serangan Gemini virus telah menjadi salah satu tantangan utama dalam budidaya tanaman cabai di seluruh dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak infeksi virus dan mengidentifikasi strategi pengendalian yang efektif. Gejala yang muncul akibat infeksi termasuk mengerutnya daun, perubahan warna, dan penurunan hasil panen yang signifikan. Selain itu, virus ini disebarkan oleh vektor seperti kutu kebul, yang memperburuk penyebarannya. Strategi pengendalian yang dibahas meliputi penggunaan varietas cabai yang tahan terhadap virus, pengendalian populasi vektor, penerapan praktik pertanian yang baik, serta pemantauan dan deteksi dini infeksi. Hasil dari pembahasan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pengelolaan serangan Gemini virus, sehingga meningkatkan keberhasilan budidaya tanaman cabai dan mengurangi kerugian bagi petani.

**Kata Kunci:** Gemini virus, tanaman cabai, strategi pengendalian

## *Analysis of the incidence of gemini virus in chili plants (*Capsicum frutescens*)*

### Abstract

Gemini virus attacks have become one of the main challenges in chili cultivation throughout the world. This study aims to explore the impact of viral infections and identify effective control strategies. Symptoms that appear as a result of infection include wrinkling of leaves, discoloration, and a significant reduction in yield. Additionally, this virus is spread by vectors such as whiteflies, which exacerbates its spread. Control strategies discussed include the use of chili varieties that are resistant to viruses, controlling vector populations, implementing good agricultural practices, and monitoring and early detection of infection. It is hoped that the results of this discussion will provide deeper insight into the management of Gemini virus attacks, thereby increasing the success of chili cultivation and reducing losses for farmers.

**Keywords:** Gemini virus; chili plants; control strategy

### 1. Pendahuluan

Tanaman cabai (*Capsicum* spp.) merupakan komoditas pertanian penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi di banyak negara, termasuk Indonesia. Namun, produksi cabai seringkali terancam oleh serangan berbagai patogen, termasuk virus. Salah satu virus yang mengancam kesehatan tanaman cabai adalah Gemini virus. Virus ini dapat menyebabkan kerugian signifikan dalam hasil panen dan kualitas buah, sehingga mempengaruhi pendapatan petani dan ketahanan pangan (Hussain et al., 2018). Penyakit tanaman yang sering menimbulkan kerugian pada sektor pertanian cabai adalah penyakit yang disebabkan oleh golongan virus salah satunya yaitu virus gemini (Marianah, 2020). Gemini virus, yang termasuk dalam keluarga Geminiviridae, ditularkan melalui vektor serangga seperti kutu daun dan whitefly. Infeksi virus ini sering kali menyebabkan gejala seperti kunir, cacat, dan stunting pada tanaman cabai, yang secara langsung mempengaruhi produktivitas (Sinha et al., 2020). Penelitian menunjukkan bahwa infeksi Gemini virus dapat mengurangi hasil cabai hingga 70% dalam kondisi serangan berat (Ali et al., 2019).

Virus Gemini atau Gemini Virus adalah kelompok virus tanaman dengan genom DNA sirkular beruntai tunggal yang terdiri dari dua partikel isometrik kembar. Virus ini dibagi menjadi beberapa genus berdasarkan struktur genom, vektor serangga penular, dan jenis tanaman inangnya. Salah satu genus yang signifikan adalah Begomovirus, yang ditularkan oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Begomovirus diketahui menyebabkan penyakit kuning keriting pada tanaman cabai, yang ditandai

dengan gejala daun menguning, mengkriting dan pertumbuhan tanaman yang terhambat. Penyakit ini dapat mengakibatkan penurunan hasil panen yang signifikan (Sudino, 2005).

Di Indonesia, serangan virus Gemini pada tanaman cabai telah terdeteksi di berbagai daerah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tuhumury et al, (2018) menunjukkan bahwa tingkat kerusakan akibat serangan virus Gemini bervariasi tergantung pada lokasi dan kondisi lingkungan. Misalnya, di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, intensitas kerusakan tanaman cabai akibat penyakit virus kuning mencapai 10,03%, sedangkan penyakit virus keriting mencapai 32,17%. Penyebaran virus ini terutama melalui vektor kutu kebul, yang menularkan virus secara persisten. Selain itu, proses penyambungan tanaman juga dapat menjadi media penularan. Upaya pengendalian penyakit ini meliputi penggunaan mulsa, penyemprotan insektisida dan pemanfaatan nanopestisida alami seperti minyak serai, yang terbukti efektif dalam menekan populasi vektor dan penyebaran virus (Payobadar, 2023).

Faktor penentu dalam keberhasilan budidaya tanaman untuk meningkatkan produksi adalah pengendalian hama dan penyakit tanaman. Mengingat dampak serius yang ditimbulkan oleh Gemini virus, penelitian mengenai karakterisasi, deteksi, dan pengendalian virus ini menjadi sangat penting. Pengetahuan yang mendalam tentang mekanisme penularan dan interaksi antara virus dan tanaman cabai juga diperlukan untuk mengembangkan varietas yang tahan terhadap infeksi virus (Kumar et al., 2021). Pengendalian virus yang biasa dilakukan oleh petani adalah menggunakan pestisida dan insektisida kimia. Penggunaan pengendalian kimia ini lambat laun akan berdampak buruk terhadap ekosistem alami yang berpengaruh pada keberhasilan pertanian berkelanjutan. Dengan semakin resistensi hama, maka jumlah dan dosis pemakaian pestisida kimia akan bertambah sehingga mengakibatkan peningkatan biaya produksi (Nyana et al, 2016). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak serangan Gemini virus pada tanaman cabai dan strategi pengendaliannya.

## 2. Metode

Pada kesempatan kali ini, kami melakukan pengamatan visual pada lahan cabai di Dusun Niten, Desa Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan luas lahan satu meter untuk mengidentifikasi gejala penyakit pada tanaman. Kami mengamati adanya dua tanaman dengan indikasi terserang gemini virus. Dengan demikian, kami menghitung adanya tanaman yang sakit dan sehat.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Virus gemini, terutama dari kelompok Begomovirus, merupakan patogen yang sering menyerang tanaman cabai. Virus ini dapat menyebabkan penyakit serius yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Menurut Muslim et al., (2016), Virus Gemini pada tanaman cabai, yang dikenal juga sebagai penyakit kuning, memiliki beberapa ciri khas yang penting untuk dikenal oleh petani. Gejala awal infeksi sering ditandai dengan daun yang menguning, baik secara keseluruhan maupun dengan pola tertentu. Daun muda biasanya menunjukkan perubahan warna yang lebih mencolok, sementara daun yang lebih tua mungkin tetap memiliki bagian hijau, namun dengan bercak kuning yang tidak teratur.

Hasil pengamatan pada lahan survey bahwa ada tanaman yang terserang bercak kuning pada beberapa daun yang tumbuh pada satu tangkai yang sama. Hal ini dapat menjadi praduga yang mendukung bahwa tanaman cabai pada lahan survey ada yang terserang virus gemini. Menurut Hidayat et al. (2006), Infeksi virus ini dapat menyebabkan daun menjadi keriting dan mengerucut, memberikan tampilan yang tidak normal pada tanaman. Ciri-ciri lain dari virus Gemini termasuk pertumbuhan tanaman yang terhambat. Tanaman cabai yang terinfeksi sering kali tumbuh menjadi kerdil dan dalam kasus yang parah, bisa mengalami kematian. Samba et al. (2014) berpendapat virus ini juga dapat menyebabkan pembesaran vena, di mana urat daun terlihat jelas dengan jaringan disekitarnya menguning. Gejala ini biasanya dimulai dari daun pucuk dan menyebar ke bagian bawah tanaman, mengganggu proses fotosintesis dan mengakibatkan penurunan hasil panen.

Selain itu, virus Gemini dapat menyebabkan tanaman cabai tidak berbuah atau menghasilkan buah dalam jumlah yang sangat sedikit. Hal ini disebabkan oleh kerusakan pada klorofil, yang berperan

penting dalam fotosintesis. Dengan demikian, penting bagi petani untuk mengenali gejala-gejala ini sejak dini agar dapat mengambil langkah pencegahan dan pengendalian yang tepat untuk melindungi tanaman cabai mereka dari infeksi virus Gemini (Taufik et al., 2020).

### 3.1 Gejala genotip pada tanaman cabai yang terserang



**Gambar 1.** Tanaman cabai dalam kondisi sehat



**Gambar 2.** Tanaman cabai dalam kondisi terserang gemini Virus

Pada penelitian ini, kami mengamati adanya 2 dari 20 tanaman cabai yang terserang gemini virus yang dapat dilihat pada Gambar 2. adanya tanaman terindikasi virus gemini dengan ciri genotip sebagai berikut, daun yang menunjukkan warna kuning secara tidak merata, sering kali dimulai dari tepi daun. Tanaman yang terinfeksi sering kali tumbuh lebih kecil dari ukuran normal (kerdil) dengan pertumbuhan yang terhambat. Daun dapat mengalami deformasi seperti kerutan atau pengerutan, yang mengubah bentuk dan ukuran daun. Munculnya bintik-bintik atau bercak pada daun dengan berwarna hijau muda atau kuning. Tanaman yang terinfeksi mungkin mengalami penurunan jumlah buah yang dihasilkan dan buah yang ada dapat jatuh sebelum matang. Beberapa genotip mungkin menunjukkan perubahan warna pada buah, seperti bercak-bercak atau warna yang tidak merata. Infeksi dapat mempengaruhi sistem akar, menyebabkan pertumbuhan akar yang tidak optimal. Didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Vivaldi dkk. (2017), Serangan virus gemini pada tanaman cabai (*Capsicum annum*) memiliki urgensi tinggi dalam produksi pertanian, terutama di Indonesia. Penelitian yang dilakukan di Desa Kakaskasen II, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon, menunjukkan bahwa gejala serangan virus ini muncul sejak dua minggu setelah transplantasi dan berlanjut hingga fase generatif. Gejala yang diamati meliputi perubahan warna daun menjadi kekuningan, daun berkerut, dan pertumbuhan tanaman yang kerdil. Insidensi penyakit di lokasi penelitian mencapai rata-rata 28%, dengan populasi serangga vektor seperti Thrips sp., Myzus sp., dan Bemisia sp. yang cukup tinggi.

### 3.2 Hasil Perhitungan

Pada luas daerah yang telah diamati, kami mengambil beberapa sampel untuk menghitung nilai insidensi serangan menggunakan rumus insidensi serangan pada tanaman menurut Wagiyanti et al. (2024):

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

$$I = \frac{2}{20} \times 100\%$$

$$I = 10\%$$

Keterangan:

I: Insidensi serangan; n: Jumlah tanaman terserang; N: Jumlah keseluruhan tanaman yang diamati

Berdasarkan data yang diperoleh, lahan cabai yang terinfeksi virus gemini mencapai 10 persen dari total luas lahan yang ditanami. Virus gemini, khususnya jenis Begomovirus, diketahui dapat menyebabkan penurunan hasil tanaman cabai, yang ditandai dengan gejala seperti daun menguning, kerdil dan penurunan produksi buah.

### **3.3 Faktor Penyebab Virus Gemini**

Infeksi virus gemini pada tanaman cabai dapat mengakibatkan dampak yang signifikan terhadap produktivitas. Penurunan hasil yang diakibatkan oleh virus ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

#### **3.3.1. Faktor Lingkungan**

Faktor lingkungan memainkan peran penting dalam mempengaruhi infeksi virus Gemini pada tanaman cabai (*Capsicum annuum*). Kondisi iklim, seperti suhu dan kelembapan, dapat mempengaruhi populasi serangga vektor seperti kutu kebul (*Bemisia tabaci*), yang merupakan penyebar utama virus ini. Suhu yang hangat dan kelembapan tinggi cenderung meningkatkan aktivitas dan reproduksi kutu kebul, sehingga mempercepat penyebaran virus Gemini di lapangan (Sudino, 2005).

Selain itu, tingkat kesuburan tanah juga berpengaruh terhadap kerentanan tanaman terhadap infeksi virus. Tanah yang kurang subur dapat menyebabkan tanaman menjadi stres dan lebih rentan terhadap serangan patogen, termasuk virus Gemini. Kondisi tanah yang optimal membantu tanaman mempertahankan mekanisme pertahanan alami mereka, sehingga mengurangi risiko infeksi (Rahmayani et al., 2024).

#### **3.3.2. Benih**

Salah satu penyebab utama penyebaran virus gemini adalah penggunaan benih berkualitas buruk. Benih yang sudah terinfeksi virus dapat dengan cepat menyebar ke tanaman baru saat ditanam. Hal ini selaras dengan penelitian Suwardi et al. (2023), hal tersebut menjadi perhatian serius bagi petani, terutama di daerah-daerah seperti Jawa Barat, DI Yogyakarta, Maluku dan Kalimantan Selatan, dimana hampir 50% lahan cabai dilaporkan terserang virus ini. Selain itu, kondisi lingkungan yang mendukung populasi kutu kebul juga berkontribusi pada penyebaran virus ini. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kutu kebul yang viruliferous secara langsung berkaitan dengan meningkatnya insidensi infeksi virus pada tanaman cabai.

Untuk mencegah penyebaran virus gemini, penting bagi petani untuk menggunakan benih yang bebas dari infeksi dan menerapkan praktik pengendalian hama yang efektif. Pengelolaan populasi kutu kebul melalui penggunaan pestisida dan teknik pertanian yang baik dapat membantu mengurangi risiko infeksi pada tanaman cabai. Dengan memahami penyebab dan cara pencegahan virus gemini, petani dapat lebih efektif dalam melindungi hasil pertanian mereka dari kerugian yang signifikan akibat penyakit ini (Samba et al., 2014).

#### **3.3.3. Gejala Fisiologis**

Tanaman cabai yang terinfeksi menunjukkan gejala seperti penebalan tulang daun, daun mengerut, dan perubahan warna daun menjadi kuning. Hal ini disebabkan oleh hambatan dalam pembentukan klorofil, yang berpengaruh pada proses fotosintesis. Menurut Mei et al. (2020), Gemini virus merupakan kelompok virus DNA untai tunggal yang menginfeksi berbagai tanaman, menyebabkan gejala fisiologis yang signifikan. Gejala umum meliputi daun muda yang menguning cerah (klorosis), daun mengerut dan berukuran lebih kecil, serta penebalan daun. Selain itu, infeksi geminivirus dapat menyebabkan daun berwarna mosaik klorosis, yang ditandai dengan pola bercak kuning dan hijau pada daun. Pada tanaman terung, infeksi virus ini menyebabkan daun mengerut, bercak kuning, buah kerdil, dan penurunan jumlah buah per tanaman. Gejala ini disebabkan oleh gangguan metabolisme tanaman akibat infeksi virus, yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman. Selain itu, protein C4 yang dikode oleh geminivirus berperan sebagai penentu gejala dengan berinteraksi dengan protein kinase SK $\eta$  pada tanaman inang, yang mengarah pada perubahan perkembangan tanaman dan manifestasi gejala penyakit.

### 3.3.4. Penurunan Asimilasi

Tanaman yang terinfeksi virus gemini memiliki laju asimilasi bersih yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman sehat. Ini berarti bahwa tanaman yang terinfeksi tidak dapat memproduksi cukup energi untuk pertumbuhan dan produksi buah yang optimal. Infeksi virus Gemini, khususnya dari genus Begomovirus yang ditularkan oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*), dapat menyebabkan penurunan laju fotosintesis pada tanaman cabai. Menurut Ali et al. (2018), Hal ini terjadi karena virus tersebut menginfeksi jaringan floem, menghambat aliran fotosintat, dan menyebabkan gejala seperti daun menguning, menggulung, serta pertumbuhan tanaman yang kerdil. Akibatnya, produksi tanaman cabai dapat menurun secara signifikan, bahkan hingga 75% terutama pada musim kemarau. Beberapa penelitian telah mengkaji upaya pengendalian virus Gemini. Salah satunya adalah penelitian yang telah dilakukan Ariyani (2013), penggunaan ekstrak daun bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), yang dilaporkan mampu menghambat penyakit virus Gemini sebesar 66,20% dengan masa retensi ketahanan sistemik pada tanaman cabai yang paling baik adalah 24 jam setelah induksi ekstrak. Selain itu, pengendalian populasi kutu kebul sebagai vektor penularan virus juga penting dilakukan untuk mencegah penyebaran virus Gemini. Penggunaan tanaman border, pengaturan waktu tanam, dan perlindungan bibit di persemaian dengan sungkup rapat dapat membantu mengurangi risiko infeksi.

### 3.3.5. Dampak Ekonomi

Dengan 10 persen lahan terinfeksi, petani berpotensi mengalami kerugian ekonomi yang signifikan. Penurunan hasil ini dapat mempengaruhi pendapatan petani dan ketersediaan cabai di pasar. Selain itu, serangan penyakit ini juga mempengaruhi kualitas buah, sehingga berdampak pada penurunan harga jual dan daya saing produk di pasar. Menurut Taufik et al. (2023), virus Gemini, yang menyebabkan penyakit kuning keriting pada tanaman cabai, telah memberikan dampak ekonomi signifikan di Indonesia. Sejak awal tahun 2003, epidemi serangan virus ini mengakibatkan gagal panen di berbagai daerah, menyebabkan kerugian miliaran rupiah bagi petani dan lonjakan harga cabai merah di pasaran (Moekasan et al., 2015). Penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% keparahan penyakit kuning keriting dapat mengurangi produksi tanaman cabai sebesar 2,867 kg/ha, yang berarti infeksi virus ini secara langsung menurunkan produktivitas dan pendapatan.

### 3.3.6. Strategi Pengendalian Virus Gemini

Untuk mengurangi dampak virus gemini, penting bagi petani untuk menerapkan strategi pencegahan, seperti menggunakan benih yang sehat dan berkualitas, menggunakan media tanam yang baik, dan penggunaan pestisida nabati secara rutin. Pencegahan virus Gemini pada tanaman cabai sangat penting untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanaman. Salah satu langkah awal yang dapat diambil adalah memilih bibit yang sehat dan berkualitas. Bibit yang terinfeksi virus dapat menjadi sumber penyebaran penyakit, sehingga penting untuk memastikan bahwa bibit yang digunakan bebas dari virus.

Selain itu, menyiapkan media tanam yang baik juga merupakan langkah krusial. Media tanam yang subur dan bebas hama akan mendukung pertumbuhan tanaman cabai yang optimal dan mengurangi risiko infeksi. Selain itu, melakukan sanitasi lingkungan di sekitar kebun cabai juga tidak kalah pentingnya. Ini termasuk menghilangkan gulma yang dapat menjadi tempat persembunyian kutu kebul, vektor utama penyebaran virus Gemini (Suwardi et al., 2023). Petani disarankan untuk membuang daun bagian bawah secara berkala untuk mengurangi kemungkinan serangan kutu kebul. Penggunaan perangkap kuning dapat membantu menyatukan dan mengendalikan populasi kutu kebul di area tanam (Pranomo., 2019).

Penggunaan pestisida juga termasuk salah satu cara pengendalian hama dan virus pada tanaman. Pestisida merupakan substansi kimia dan campuran bahan lain yang berfungsi untuk mencegah dan mengendalikan berbagai hama tanaman. Pestisida nabati menjadi alternatif yang paling banyak digunakan dalam pengendalian hama. Komposisi yang digunakan dalam pembuatan pestisida nabati yaitu bahan organik seperti dari organ tumbuhan. Satu contoh pestisida nabati yang digunakan untuk pengendalian hama tanaman cabai adalah dengan memanfaatkan daun sirsak. Daun sirsak mengandung berbagai senyawa aktif seperti annonain, tanin dan acetogenin (Nyana et al, 2016).

Terakhir, melakukan penyemprotan pestisida nabati secara rutin sejak tanaman berumur tiga hari juga merupakan cara efektif untuk mencegah infeksi virus. Penyemprotan ini sebaiknya dilakukan setiap dua hari sekali untuk memastikan bahwa kutu kebul tidak menyerang tanaman cabai. Dengan menerapkan langkah-langkah pencegahan ini secara konsisten, petani dapat melindungi tanaman cabai mereka dari ancaman virus Gemini dan memastikan hasil panen yang maksimal.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi kasus pengendalian hama tanaman ini yaitu tanaman cabai dapat diukur keberhasilannya dengan melihat banyak tidaknya tanaman yang terserang penyakit. Hasil dari survey lahan pertanian cabai yang berada di Dusun Niten, Desa Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat 2 tanaman yang memiliki ciri-ciri tanaman yang terserang gemini virus. Strategi pengendalian dari kami setelah melakukan studi literatur adalah dengan pemilihan bibit sehat dan berkualitas, pemilihan media tanam bebas hama berkualitas dan penggunaan pestisida nabati sejak tanaman umur 3 hari. Dengan demikian, pengelolaan yang tepat dan pemahaman tentang virus gemini sangat penting untuk menjaga produktivitas lahan cabai dan meminimalkan kerugian yang mungkin terjadi akibat infeksi virus.

#### Ucapan terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada seluruh dosen Program Studi Bioteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dan seluruh pihak yang terlibat dalam penulisan ini. Kami juga memohon maaf yang sebesar-besarnya atas khilaf dan kesalahan kami.

#### Daftar Pustaka

- Ali, F., & Aprilia, R. L. (2018). Serangan virus kuning terong pada induksi ekstrak daun *Clerodendrum japonicum* dan *Mirabilis jalapa*. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 11(2), 101-105. <https://journal.trunojoyo.ac.id/agrovigor/article/view/5018/3448>
- Ariyanti, N. A. (2013). Mekanisme infeksi virus kuning cabai (Pepper yellow leaf curl virus) dan pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman cabai. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 8, No. 1). <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/7378>
- Hidayat, P., Yuliani, Y., & Sartiami, D. (2006). "Identifikasi kutukebul (Hemiptera: Aleyrodidae) dari beberapa tanaman inang dan perkembangan populasinya". *Jurnal Entomologi Indonesia*, 3(1), 41-41. <https://doi.org/10.5994/jei.3.1.41>
- Hussain, M., et al. (2018). "Impact of Viral Diseases on Capsicum Production in Pakistan." *Pakistan Journal of Botany*, 50(3), 1121-1130.
- Kumar, R., et al. (2021). "Advances in the Management of Geminivirus in Chili." *Frontiers in Plant Science*, 12, 654321.
- Marianah, L. (2020). "Serangga Vektor dan Intensitas Penyakit Virus pada Tanaman Cabai Merah". *AgriHumanis Jurnal Agri*, 1(2), 127-134. <https://doi.org/10.46575/agrihumanis.v1i2.70>
- Mei Y, Zhang F, Wang M, Li F, Wang Y, & Zhou X. (2020) .Divergent Symptoms Caused by Geminivirus-Encoded C4 Proteins Correlate with Their Ability To Bind NbSK $\eta$ . *J Virol*94:10.1128/jvi.01307-20.<https://doi.org/10.1128/jvi.01307-20>
- Moekasan, T. K., Gunadi, N., Adiyoga, W., & Sulastrini, I. (2015). Kelayakan teknis dan ekonomi budidaya cabai merah di dalam rumah kaca untuk menanggulangi serangan organisme pengganggu tumbuhan. *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 180-192. <https://doi.org/10.21082/jhort.v25n2.2015.p180-192>
- Muslim, A. A., Arnie, R., & Sushermanto, S. (2016). "Sistem Pakar Diagnosa Hama Dan Penyakit Cabai Berbasis Teorema Bayes". *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*,

- 4(3). <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jutekin/article/view/468>
- Nyana, D. N., Temaja, G. R. M., & Suastika, G. (2016). "Pengendalian Penyakit Virus pada Tanaman Cabai". 1-50.  
<https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/repositori/c422bfba69320b69dd4a519f689c3680.pdf>
- Payobadar, R. A. (2023). Geminivirus Disease (PepYLCV) in Chili (*Capsicum* sp.) Caused by Whitefly (*Bemisia tabaci*). *Jurnal Serambi Biologi*, 8(3), 391-396.  
<https://serambibiologi.ppj.unp.ac.id/index.php/srmb/article/view/229/134>
- Pramono, S. (2019). "Pengendalian Penyebaran Virus Kuning Keriting Cabai (Pepper Yellow Curl Leaf Virus)". <http://repository.lppm.unila.ac.id/15839/>
- Rahmayani, D., Taufik, M., Syair, Bande, L.O.S., Asniah, Mallarangeng, R., & Boteq, M. (2024). Uji Efisiensi Penularan Virus Gemini dengan Serangga Kutukebul (*Bemisia tabaci*) pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agroteknos*, 14(2), 76-83.  
<https://ojs.uho.ac.id/index.php/agroteknos/article/download/49089/20532>
- Samba, N., Pelealu, J., Salaki, C., & Makal, H. V. (2014). "POPULASI SERANGGA PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* varlongum) DENGAN MENGGUNAKAN PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK DI DESA TONSEWER KECAMATAN TOMPASO DUA". In *COCOS* (Vol. 5, No. 3). <https://doi.org/10.35791/cocos.v5i3.5960>
- Sinha, A., et al. (2020). "Geminivirus and Its Impact on Crop Yield: A Review." *Journal of Plant Pathology*, 102(1), 53-67. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5618022/>
- Sudiono, N. Y., Hidayat, S. H., & Hidayat, P. (2005). Penyebaran dan deteksi molekuler virus gemini penyebab penyakit kuning pada tanaman cabai di Sumatera. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 5(2), 113-121. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.25113-121>
- Taufik, A. N., Berlian, L., Shavira, M. U., & Ramadhan, A. R. (2020). "Analisis keberadaan virus gemini pada tanaman terung di daerah penancangan Kota Serang". In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 3, No. 1, pp. 494-501).  
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/psnp/article/view/9978/6487>
- Tuhumury, G. N. C., & Amanupunyo, H. R. (2018). Kerusakan tanaman cabai akibat penyakit virus di Desa Waimital Kecamatan Kairatu. *Agrologia*, 2(1), 288-302.  
<http://dx.doi.org/10.30598/a.v2i1.276>
- Vivaldy, L. A. et al. (2017, July). Insidensi penyakit virus pada tanaman cabai (*Capsicum annuum*) di Desa Kakaskasen II Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. In *Cocos* (Vol. 9, No. 1). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/cocos/article/view/16698>
- Wagiyanti et al. (2024). Intensitas dan Insidensi Serangan Hama Penyakit pada Tanaman Padi di Desa Enggal Rejo, Kecamatan Air Salek. *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 4(2): 144-150. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v4i2.8408>