

**UJI VIRUS MOSAIK KETIMUN-SATELIT RNA-5 DALAM MEMPROTEKSI
TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*) TERHADAP VIRUS MOSAIK
KETIMUN PATOGENIK**

Dr. Ir. EDI BATARA MULYA SIREGAR, MS

**Program Ilmu Kehutanan
Fakultas Pertanian
Universitas Sumatera Utara**

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Virus mosaik ketimun mempunyai kisaran inang yang sangat luas dan terdapat di hampir semua negara. Strain yang berbeda dalam sifat biologisnya telah dilaporkan, begitu pula gejala yang ditimbulkannya beragam, Dengan demikian virus mosaik ketimun mempunyai banyak strain.

Virus mosaik ketimun mempunyai tiga genom RNA, disebut RNA-1, RNA-2, RNA-3 dan RNA-4 yang merupakan subgenom RNA-3. Selain itu dilaporkan pula komponen yang lain, diantaranya adalah RNA-5 dan telah banyak dipelajari lebih lanjut dalam asosiasinya dengan virus mosaik ketimun. RNA-5 merupakan satelit RNA virus mosaik ketimun, karena multiplikasinya tergantung pada virus penolong, yaitu virus mosaik ketimun (Murant dan Mayo, 1982),

Adanya asosiasi antara satelit dan virus penolongnya ternyata dapat menekan gejala penyakit, bahkan dapat menekannya secara sempurna. Dengan demikian satelit dapat digunakan untuk pengendalian virus tanaman. Pada inang tertentu, asosiasi virus-satelit RNA-5 dapat dijadikan sumber ketahanan terhadap infeksi strain yang ganas.

Walaupun telah ada laporan tentang asosiasi hubungan virus-satelit pada kelompok virus, realisasi bahwa kemungkinannya untuk pengendalian virus tanaman adalah relatif masih baru. Hal ini disebabkan karena asosiasi virus-satelit juga dapat menimbulkan penyakit baru seperti nekrosis letal pada tomat.

Metode isolasi dan analisis RNA untai ganda (double-stranded RNA/ds-RNA) telah dikembangkan oleh Morris dan Dodds untuk mendeteksi dan mendiagnosis virus tanaman (Dodds, Morris dan Jordan, 1984). Berbagai metode untuk mendeteksi dan menganalisis RNA untai ganda juga telah dikembangkan. Metode yang sering digunakan adalah pemisahan secara-elektroforesis di dalam gel poliakrilamid. Identifikasi virus satelit yang berasosiasi dengan virus tanaman akan dimudahkan oleh metode ini.

Tujuan Penelitian

Isolat virus mosaik ketimun yang mempunyai satelit RNA-5 diuji kemampuan proteksinya pada tanaman cabai terhadap infeksi virus mosaik ketimun patogenik.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan melalui penelitian ini adalah:

1. Satelit RNA-5 yang berasosiasi dengan virus mosaik ketimun dapat menekan serangan virus mosaik ketimun yang ganas pada tanaman cabai.

TINJAUAN PUSTAKA

Virus Mosaik Ketimun dan Virus Satelitnya

Virus mosaik ketimun adalah virus tanaman yang berbentuk polihedral dengan diameter 28 nm, menginfeksi lebih dari 775 spesies tumbuhan dalam 67 famili dan dapat ditularkan oleh 75 spesies afid secara non-persistent Murrant dan Mayo, 1982).

Virus mosaik ketimun mempunyai kisaran inang yang sangat luas, erdapat pada tanaman sayuran, tanaman hias dan tanaman buah-buahan. Selain menyerang tanaman ketimun, virus mosaik ketimun juga dapat menyerang melon, labu, cabai, bayam, tomat, seledri, bit, tanaman polong-polongan, pisang, tanaman famili Crucifereae, delphinium, gladiol, lili, petunia, zinia dan beberapa jenis gulma (Agrios, 1988). Di beberapa negara, virus mosaik ketimun telah menyebabkan penyakit yang berat pada tanaman tertentu.

Virus mosaik ketimun terdapat hampir di semua negara dan strain yang berbeda sifat biologinya telah dilaporkan dari berbagai tempat. Virus mosaik ketimun mempunyai banyak strain, oleh karena itu mempunyai jumlah inang yang banyak serta gejala yang ditimbulkan beragam.

Istilah virus satelit pertama kali digunakan oleh Kassanis tahun 1962 untuk menerangkan suatu virus kecil yang tergantung pada *tobacco necrosis virus* (TNV) untuk replikasinya dalam tanaman. Beberapa jenis satelit lain telah diketahui dan istilah tersebut sekarang sering digunakan untuk menyatakan suatu virus atau asam nukleat yang tidak dapat bereplikasi dalam sel tanpa bantuan dari virus penolong yang khusus (Murrant dan Mayo, 1982). Virus satelit dapat mengurangi kemampuan replikasi dan menimbulkan penyakit dari virus penolongnya, seperti bersifat parasit (Agrios, 1988).

Virus mosaik ketimun mempunyai tiga genom RNA untai tunggal yang disebut RNA-1, RNA-2 dan RNA-3, serta RNA-4 yang merupakan sub genom dari RNA-3, bobot molekulnya ($\times 10^6$ masing-masing adalah 2.7, 1.13, 0.82 dan 0.36 (Takanami, Kubo dan Imaizumi, 1977). RNA-1 dan RNA-2 adalah bagian yang terpisah, tetapi RNA-3 dan RNA-4 terbungkus bersama (Lot dan Kaper, 1976). Selain komponen RNA tersebut, juga dilaporkan komponen lain dengan bobot molekul ($\times 10^6$ adalah 0.26 (RNA-4a), 0.11 (RNA-5), 0.01-0.05 (RNA-6) dan 0.5 (RNA-X) (Peden dan Symons, 1973). Hanya RNA-5 yang telah banyak dipelajari lebih lanjut (Murrant dan Mayo, 1982).

RNA-5 adalah salah satu satelit RNA dari virus mosaik Ketimun, karena replikasinya bergantung pada virus mosaik ketimun serta tidak esensial untuk replikasi virus mosaik ketimun (Murrant dan Mayo, 1982). Untuk membedakan dengan RNA lain, maka satelit RNA-5 yang terdapat pada virus mosaik ketimun disebut CARNA (=RNA-5 yang berasosiasi dengan CMV) (Kaper dan Tousignant, 1977).

Jumlah satelit RNA-5 yang terdapat pada virus mosaik ketimun sangat beragam, bergantung pada strain virus mosaik ketimun sebagai virus penolong dan spesies tanaman inang. Pada kebanyakan isolat virus mosaik ketimun jumlah satelitnya sedikit dan sering tidak terdeteksi bila diperbanyak pada Cucurbita pepo, tetapi meningkat jumlahnya setelah ditularkan ulang pada Nicotiana tabacum (Kaper dan Tousignant, 1977). Dengan meningkatnya jumlah satelit, jumlah virus penolong dan infektifitasnya menurun. Hal ini disebabkan adanya persaingan RNA satelit dengan RNA virus mosaik ketimun dalam replikasinya (Murrant dan Mayo, 1982).

Pada tahun 1977 isolat CMV (S) yang mengandung RNA satelit ditemukan merangsang penyakit nekrotik letal pada tomat (*Lycopersicon esculentum*) menggantikan gejala klorosis dan daun pakis (*fern-leaf*) yang secara normal merupakan gejala yang disebabkan oleh CMV (8) sendiri (Murrant dan Mayo, 1982).

Pada dua strain virus mosaik ketimun lain, penambahan RNA satelit ke inokulum virus mosaik ketimun menyebabkan gejala nekrotik berat yang sama pada tomat, tetapi menyebabkan pelemahan gejala pada cabai (*Capsicum frutescens*), jagung manis (*Zea mays*), tembakau dan beberapa inang lain. Strain CMV (JY) yang mengandung satelit RNA menyebabkan nekrotik fetal pada tomat, tetapi juga menyebabkan mosaik kuning yang jelas pada tembakau dan beberapa spesies *Nicotiana* yang lain. Sedangkan gejalanya tanpa satelit adalah mosaik kuning (Takanami, 1981).

Observasi telah dilakukan pada beberapa spesies inang tanaman, adanya CARNA 5 juga menyebabkan pelemahan penyakit dan kadang menekan gejala secara sempurna. Pada infeksi virus mosaik ketimun dan CARNA 5, RNA untai tunggal dan ganda CARNA 5 disintesis lebih cepat daripada RNA virus mosaik ketimun sehingga jumlahnya kecil sekali. Observasi ini membuktikan konsep dasar mekanisme biokimia yang menerangkan kemampuan CARNA 5 mengendalikan virus tanaman (Kaper, 1982).

Ketergantungan CARNA 5 pada virus penolongnya, virus mosaik ketimun dan ketergantungan pada suatu inang yang menyediakan komponen dan proses enzimatis yang diperlukan untuk replikasinya, merupakan suatu contoh yang baik dari parasitisme tingkat molekuler. CARNA 5 memparasit inangnya, yaitu virus yang memparasit tanaman inang. Akibat hubungan parasit ini, efek yang ditimbulkannya beragam. Penyakit akan ditekan bila virus terparasit secara efektif oleh CARNA 5. Dilain pihak, CARNA 5 juga mampu memperlihatkan bentuk penyakit baru, seperti nekrosis letal pada tomat (Kaper, 1983).

Asosiasi virus-satelit RNA dapat menimbulkan strain yang lemah dan dapat melindungi tanaman dari infeksi strain yang ganas. Namun harus hati-hati memilih asosiasi virus-satelit untuk menghindari terjadinya penyakit baru yang kadang lebih berat.

Ada dua kemungkinan mekanisme proteksi oleh satelit RNA-5 terhadap strain virus mosaik ketimun yang ganas. Pertama adalah efek langsung dari satelit RNA-5, yaitu dengan mengganggu atau berkompetisi terhadap replikasi RNA virus dan mengakibatkan penurunan kandungan virus dan modifikasi gejala (Tekanan, 1981). Kemungkinan kedua adalah efek tidak langsung dari satelit RNA-5, yaitu satelit RNA-5 dapat memperlemah gejala dan dapat mengadakan proteksi silang terhadap strain yang ganas (Tien, Zhang, Qiu, Qin dan Wu, 1987).

Berdasarkan informasi di atas ternyata satelit RNA mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap strain virus mosaik ketimun. Akhir-akhir ini isolat virus mosaik ketimun yang mengandung satelit RNA terus diteliti dan dibandingkan terutama untuk menemukan satelit RNA yang mampu menekan gejala virus mosaik ketimun. Beberapa diantaranya kemungkinan besar dapat digunakan untuk pengendalian biologis virus tanaman (Murant dan Mayo, 1982).

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan

1. Isolat Virus Mosaik Ketimun

Isolat Virus mosaik ketimun yang digunakan dalam percobaan ini diperoleh dari lapang di sekitar Bogor, diantaranya berasal dari tanaman tomat, cabai, melon dan ketimun. Isolat Virus mosaik ketimun-2 (CMV-2) yang mengandung satelit dan tanpa satelit asal Sub Balai Penelitian Tanaman Hortikultura Segunung digunakan sebagai pembanding.

2. Tanaman Indikator

Tanaman indikator yang digunakan adalah *Chenopodium amaranticolor*, *Nicotiana tabacum*, *Datura stramonium*, *Cucumis sativus*, *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum annuum* dan *Cucurbita pepo*.

3. Bahan Kimia

Bahan-bahan kimia yang diperlukan untuk ekstraksi dan deteksi RNA untai ganda adalah bufer ekstraksi, bufer elektroforesis, bufer ekstraksi-etanol 16%, poliakrilamid (akrilamid dan bisakrilamid) dan bufer elektroforesis gel. Jumlah dan jenis bahan kimia yang diperlukan tersebut, selengkapnya terdapat pada Tabel Lampiran 1. Sedangkan bahan-bahan kimia lainnya adalah etidium bromid, bentonit, bufer fosfat, selulosa dan akuades.

Alat-alat

Alat-alat yang diperlukan antara lain adalah alat untuk inokulasi secara mekanis, timbangan, alat-alat gelas, sentrifus. elektroforesis. jarum suntik, kamera, mikropipet. spatula dan lain-lain.

Metode

Tahanan percobaan pertama yang dilakukan adalah (A) pembuatan inokulum, (B) perbanyak isolat virus, dan (H) uji proteksi.

A. Koleksi Isolat Lapang

Isolat Virus mosaik ketimun diperoleh dari Jepang sekitar Bogor. Daun tanaman yang terinfeksi diambil dan diinokulasi ke tanaman *N.glutinosa*. Isolat yang diperoleh diberi nomor dan dikoleksi.

B. Pembuatan Inokulum

Inokulum yang digunakan dibuat dengan menghancurkan daun tanaman terinfeksi pada bufer fosfat pH 7.0 dengan perbandingan 1 : 10 (berat (g)/volume (ml)). Cairan peranan tersebut diinokulasikan secara mekanis ke daun tanaman dengan menggosokkan cairan tersebut dan sebelumnya ditaburi dengan Carborundum 320 mesh.

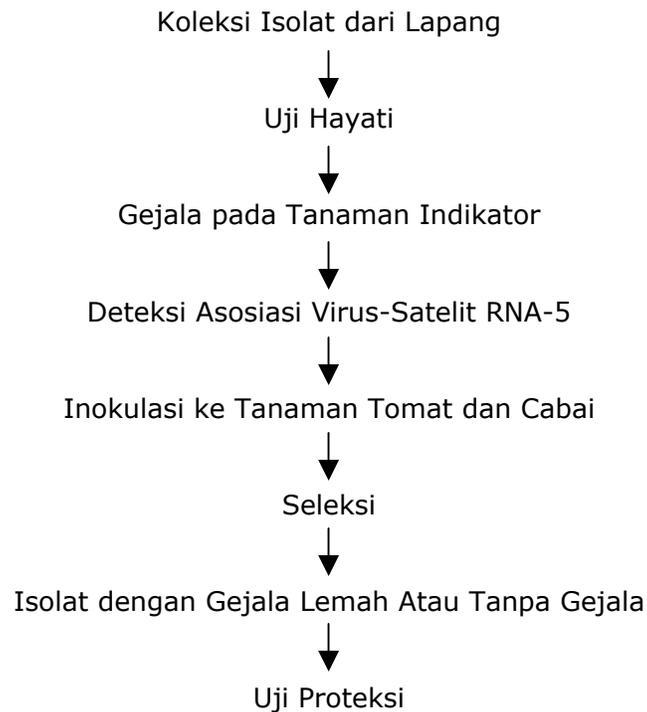
C. Perbanyak Isolat Virus

Semua isolat diinokulasikan secara seri dengan lesio tunggal ke tanaman *C. amarantico/or*. Selanjutnya isolat diperbanyak pada tanaman *N. tabacum*. Daun tanaman *N. tabacum* yang terinfeksi digunakan sebagai sumber virus untuk mempelajari gejala pada tanaman indikator dan material untuk analisa RNA untai ganda dan satelitnya.

D. Uji Proteksi

Untuk uji proteksi digunakan tanaman cabai merah besar *C. annum* L.jenis Tit Super LV. Yang berumur 3 minggu. Jumlah tanaman yang digunakan sebanyak 6 buah untuk setiap perlakuan. Tanaman terlebih dahulu diinokulasi dengan isolat yang lemah dan kemudian diinokulasi dengan isolat yang ganas. Waktu proteksi (0,10,15,20 dan 25 hari) digunakan sebagai perlakuan. Efek proteksi ditentukan melalui perhitungan persentase tanaman sakit. Selain itu dicatat pula periode inkubasi, waktu tanaman berbunga pertama kali, tinggi tanaman dan berat basah buah yang dihasilkan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial.

Langkah-langkah penelitian ini secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut:



HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Proteksi Dada Tanaman Cabai

A. Jumlah Tanaman Sakit

Salah satu efek proteksi ditentukan melalui perhitungan persentase tanaman sakit. Tanaman sakit didasarkan pada gejala yang muncul setelah tanaman diinokulasi dengan virus mosaik ketimun yang ganas. Hasil perhitungan persentase tanaman sakit tertera pada Tabel 2, sedangkan data masa inkubasi disajikan pada Tabel 2, sedangkan data masa inkubasi disajikan pada Tabel Lampiran 3.

Tabel 2. Jumlah Tanaman Sakit (%) pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Jumlah Tanaman Sakit (%)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x
0	83.3	100.0	100.0	100.0
10	83.3	100.0	100.0	83.3
15	33.3	50.0	50.0	50.0
20	16.7	50.0	16.7	16.7
25	16.7	50.0	16.7	16.7

Dari data tersebut, terlihat bahwa perlakuan waktu proteksi 0 hari pada setiap isolat yang dicoba menghasilkan persentase tanaman sakit tertinggi. Sedangkan persentase tanaman sakit terendah terdapat pada perlakuan isolat C₁, C₃ dan C_x dengan waktu proteksi 20 serta 25 hari. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa makin lama waktu proteksi maka semakin kecil pula persentase tanaman sakit.

Pada perlakuan waktu proteksi 10 hari mulai terjadi pengurangan persentase tanaman sakit dan pengurangan persentase tanaman sakit semakin besar pada perlakuan waktu proteksi 15 hari, kecuali pada isolat C₂.

Menurut Tien et al. (1980), proteksi umumnya mulai terjadi setelah 15 hari dan semakin lama proteksi akan semakin tinggi. Hal ini berhubungan dengan bertambahnya jumlah isolat virus mosaik ketimun lemah yang diinokulasi sebelumnya. Semakin lama waktu proteksi, maka kesempatan isolat virus mosaik ketimun yang lemah untuk berkembang semakin lama. Akibatnya, jumlah isolat virus mosaik ketimun lemah semakin besar pada waktu tanaman diinokulasi dengan virus mosaik ketimun yang ganas. Dengan demikian kemampuannya untuk menekan perkembangan virus mosaik ketimun ganas semakin tinggi.

Isolat C₁, C₃ dan C_x mulai efektif pada perlakuan waktu proteksi 20 hari. Tidak demikian halnya dengan isolat C₂, karena tidak terjadi penurunan persentase tanaman sakit lagi sejak perlakuan waktu proteksi 10 hari sampai 25 hari. Ini menunjukkan kurang efektifnya isolat C₂ dalam menekan serangan virus mosaik ketimun ganas dibandingkan dengan isolat C₁, C₃ dan C_x.

Isolat C₃ yang tidak mengandung satelit RNA-5 juga cukup efektif menekan serangan virus mosaik ketimun ganas dan tidak berbeda hasilnya dengan isolat C₁ dan C_x. Dengan demikian proteksi silang yang terjadi antara isolat C₃ terhadap virus mosaik ketimun ganas cukup kuat. Hal ini juga menunjukkan bahwa satelit RNA-5 yang terdapat pada isolat C₁ dan C_x kurang kuat dalam menekan serangan virus mosaik ketimun ganas.

B. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi dan pengukuran dilakukan sejak satu minggu sampai empat minggu setelah inokulasi virus mosaik ketimun ganas. Dalam pembahasan ini hanya data pertambahan tinggi tanaman yang disajikan, sedangkan data tinggi tanaman tercantum pada Tabel Lampiran 4. Diharapkan data pertambahan tinggi tanaman lebih menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Hal ini untuk memperkecil kesalahan, karena kernungkinan tanaman tidak sama tingginya sebelum diinokulasi dengan virus mosaik ketimun ganas.

Berdasarkan uji statistik (Tabel Lampiran 5), ternyata perlakuan isolat virus mosaik ketimun dan waktu proteksi tidak menyebabkan perbedaan dalam pertambahan tinggi tanaman satu minggu setelah inokulasi, juga tidak terjadi Interaksi antara kedua faktor tersebut. Data rata-rata pertambahan tinggi tanaman satu minggu setelah inokulasi tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Satu Minggu Setelah Inokulasi Virus Mosaik Ketimun Ganas pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x
0	3.4	3.9	4.0	3.2
10	3.2	3.8	3.8	3.6
15	3.2	3.9	3.9	4.1
20	4.5	3.1	3.2	4.2
25	4.2	4.5	4.2	4.8

Rata-rata tanaman menunjukkan gejala (masa inkubasi) adalah 6.89 hari setelah inokulasi dengan virus mosaik ganas (Tabel Lampiran 3). Jadi dapat dikatakan bahwa gejala awal yang tampak pada tanaman belum mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Setelah dua minggu inokulasi, berdasarkan uji statistika (Tabel Lampiran 6) juga tidak terdapat interaksi antara perlakuan isolat virus mosaik ketimun dengan waktu proteksi. Perlakuan waktu proteksi memberikan perbedaan nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman. Sedangkan perlakuan isolat mosaik ketimun tidak menyebabkan perbedaan nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman dua minggu setelah inokulasi dari setiap perlakuan tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Dua Minggu Setelah Inokulasi Virus Mosaik Ketimun Ganas pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)				
	Isolat Virus				Rata-rata
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x	
0	8.5	6.6	7.3	9.3	7.9 ^c
10	7.1	7.3	6.9	8.3	7.4 ^c
15	7.5	7.6	7.2	9.0	7.5 ^c
20	10.7	8.1	9.1	11.7	10.0 ^b
25	12.8	12.0	12.0	11.4	12.0 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% Uji DMRT.

Rata-rata pertambahan tinggi tanaman dua minggu setelah inokulasi tertinggi terdapat pada perlakuan waktu proteksi 25 hari dan berbeda nyata dengan perlakuan waktu proteksi 0, 10, 15, dan 20 hari. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman dengan perlakuan waktu proteksi 0, 10, dan 15 hari tidak berbeda nyata.

Pada perlakuan waktu proteksi 20 hari, penambahan tinggi tanaman 2 minggu setelah inokulasi berbeda nyata dengan perlakuan waktu proteksi 0,10, dan 15 hari.

Pada tiga dan empat minggu setelah inokulasi terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan terhadap penambahan tinggi tanaman (Tabel Lampiran 7 dan 8). Dengan demikian terjadi perbedaan penambahan tinggi tanaman dari setiap perlakuan. Rata-rata penambahan tinggi tanaman tiga minggu setelah inokulasi dari setiap perlakuan tertera pada Tabel 5.

Tabel. 5 Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Tiga Minggu Setelah Inokulasi Virus Mosaik Ketimun Ganas pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi.

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x
0	13.7 ^d	13.1 ^{de}	12.5 ^{de}	14.8 ^{de}
10	12.0 ^e	12.2 ^{de}	12.7 ^{de}	15.9 ^{cde}
15	11.9 ^e	13.6 ^{de}	11.8 ^e	16.6 ^{bcd}
20	18.6 ^{abc}	15.5 ^{cde}	15.4 ^{cd}	16.7 ^{bcd}
25	21.5 ^a	20.3 ^{ab}	19.8 ^{abc}	19.3 ^{abc}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa perlakuan waktu proteksi 25 hari dari setiap isolat virus menghasilkan pertambahan tinggi tanaman terbesar. Pertambahan tinggi tanaman terbesar terdapat pada perlakuan waktu proteksi 25 hari isolat virus C₁, tetapi tidak berbeda hasilnya dengan isolat virus C₂, C₃ dan C_x dengan waktu proteksi 25 hari.

Pada isolat C₁, perlakuan waktu proteksi 20 dan 25 hari memperlihatkan perbedaan nyata terhadap penambahan tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan waktu proteksi 0,10, dan 15 hari. Pada isolat C₂, hanya perlakuan waktu proteksi 25 hari yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap penambahan tinggi tanaman dibandingkan dengan waktu proteksi 0,10,15, dan 20 hari.

Pada isolat C_x yang digunakan sebagai pembanding, perlakuan waktu proteksi 25 hari tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan waktu proteksi 10, 15, dan 20 hari. Dengan demikian hanya dengan perlakuan waktu proteksi 0 hari terdapat perbedaan terhadap penambahan tinggi tanaman. Juga tidak terdapat perbedaan pada perlakuan waktu proteksi 0, 10, 15, dan 20 hari dari isolat C_x tersebut terhadap penambahan tinggi tanaman.

Pada empat minggu setelah inokulasi, penambahan tinggi tanaman terbesar terdapat pada perlakuan isolat C₁ dengan waktu proteksi 25 hari, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat virus C₂ dan C₃ dengan waktu proteksi 25 hari dan perlakuan isolat C_x dengan waktu proteksi 20 dan 25 hari (Tabel 6).

Tabel 6. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Empat Minggu Setelah Inokulasi Virus Mosaik Ketimun Ganas pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _X
0	20.4 ^{fgh}	17.6 ^h	20.4 ^{fgh}	20.5 ^{fgh}
10	19.5 ^{gh}	19.1 ^h	21.1 ^{efgh}	23.4 ^{cdefgh}
15	18.3 ^{gh}	21.8 ^{efgh}	20.9 ^{efgh}	24.1 ^{cdefg}
20	26.5 ^{bcde}	24.3 ^{cdef}	25.7 ^{bcde}	29.0 ^{abcd}
25	32.4 ^a	31.1 ^{ab}	29.5 ^{abc}	28.4 ^{abcd}

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbedanyata pada taraf 5% uji DMRT.

Seperti dikatakan sebelumnya bahwa proteksi umumnya terjadi setelah 15 hari dan dari data diatas terlihat bahwa pada perlakuan waktu proteksi 20 hari mulai terjadi pertambahan tinggi tanaman secara nyata dibandingkan dengan perlakuan waktu proteksi 0 dan 10 hari. Juga terlihat bahwa umumnya pertambahan tinggi tanaman tidak berbeda nyata pada perlakuan 0, 10 dan 15 hari waktu proteksi dari setiap isolat virus yang dicobakan.

C. Waktu Tanaman Berbunga

Pertumbuhan generatif pada tanaman ditunjukkan oleh saatnya tanaman mulai berbunga. Gangguan fisiologis pada tanaman. seperti serangan penyakit dapat mempengaruhi perkembangannya. Dengan demikian gangguan pembungaan pada tanaman dapat terjadi. Pada percobaan ini, waktu tanaman berbunga pertama kali ditentukan dari timbulnya kuncup calon bunga. Adapun data rata-rata waktu tanaman berbunga pertama kali disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Waktu Tanaman Berbunga pada Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Waktu Tanaman Berbunga (HST)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _X
0	51.7	48.7	50.8	51.3
10	52.9	55.1	51.3	56.1
15	48.5	52.8	51.8	52.0
20	47.7	50.3	49.5	50.7
25	47.2	48.3	48.5	47.3

Berdasarkan uji statistik (Tabel Lampiran 9), tidak terdapat perbedaan nyata akibat perlakuan isolat virus mosaik ketimun dan waktu proteksi terhadap waktu tanaman berbunga pertama kali. Begitu pula tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan tersebut. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan bahwa pada

perlakuan waktu proteksi 25 hari dari setiap isolat lebih cepat berbunga. Akan tetapi menurut uji statistik perbedaan tersebut bejumlah nyata.

D. Hasil Panen

Hasil panen tanaman adalah hasil pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut. Apabila pertumbuhan dan perkembangan baik. Maka diharapkan hasil panennya juga tinggi. Pada Tabel 8 disajikan data rata-rata hasil panen dari setiap perlakuan. Data tersebut merupakan hasil pemetikan selama empat minggu setelah terdapatnya buah yang masak.

Berdasarkan uji statistik (Tabel Lampiran 10), terdapat perbedaan perlakuan isolat virus mosaik ketimun, waktu proteksi serta terjadi interaksi antara kedua faktor tersebut.

Dari Tabet 8 terlihat bahwa hasil panen tertinggi terdapat pada perlakuan isolat virus C₁ dengan waktu proteksi 25 hari, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat virus C₁ dengan waktu proteksi 20 hari dan isolat C_x dengan waktu proteksi 20 hari serta 25 hari. Perlakuan yang lainnya memberikan hasil panen yang tidak berbeda nyata.

Tabel 8. Rata-rata Hasil Panen (g) dari Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Hasil Panen (g)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x
0	72.76 ^b	71.47 ^b	67.89 ^b	73.63 ^b
10	73.56 ^b	71.51 ^b	69.03 ^b	76.20 ^b
15	74.01 ^b	69.30 ^b	68.75 ^b	74.43 ^b
20	92.18 ^a	72.16 ^b	75.80 ^b	94.44 ^a
25	95.78 ^a	73.09 ^b	74.63 ^b	95.55 ^a

Keterangan : Angka yang Diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Pada perlakuan isolat C₂ dan C₃ tidak berbeda nyata hasil panennya pada setiap waktu proteksi yang dicobakan. Perlakuan isolat C₁ dan C₃ dengan waktu proteksi 0, 10 serta 15 hari berbeda nyata hasil panennya dengan waktu proteksi 20 dan 25 hari. Dapat dikatakan bahwa efek proteksi yang ditunjukkan oleh isolat C₁ dan C_x cukup baik bila inokulasi virus mosaik ketimun ganas dilakukan setelah proteksi 20 hari dibandingkan dengan isolat C₂ dan C₃ tidak terjadi, karena pada semua perlakuan waktu proteksi tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, bahwa efek proteksi mulai terjadi setelah 15 hari isolat virus mosaik ketimun yang lemah diinokulasikan dan ini terlihat jelas pada perlakuan isolat C₁ dan C_x. Pada perlakuan waktu proteksi 0, 10 dan 15 hari tidak terdapat perbedaan nyata hasilnya. Tetapi berbeda hasilnya dengan perlakuan waktu proteksi 20 hari dan 25 hari. Dengan demikian diperlukan waktu lebih dari 15 hari bagi isolat virus mosaik ketimun yang lemah untuk dapat menekan perkembangan virus mosaik ketimun yang ganas.

Pada uji statistik (Tabel Lampiran 11) terhadap berat rata-rata buah tidak terdapat perbedaan nyata terhadap perlakuan isolat virus dan waktu proteksi. Begitu

pula tidak terjadi interaksi antara kedua faktor tersebut. Adapun nilai rata-rata berat buah dari setiap perlakuan tertera pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Berat Buah (g) dari Uji Proteksi Beberapa Isolat Virus Mosaik Ketimun dan Waktu Proteksi

Waktu Proteksi (Hari)	Rata-rata Berat Buah (g)			
	Isolat Virus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C _x
0	4.05	4.00	5.05	4.42
10	4.60	4.18	5.13	4.40
15	4.42	4.10	5.32	4.43
20	5.05	5.45	5.06	5.90
25	5.12	4.96	5.61	5.28

Menurut Doolittle (1953), serangan virus mosaik ketimun pada cabai merah dapat menyebabkan pertumbuhan yang abnormal, kerdil dan juga dapat menyebabkan mala bentuk pada buah yang dihasilkannya. Perubahan bentuk pada buah tersebut juga ditandai dengan adanya bercak hijau gelap pada permukaan kulitnya. Akibatnya perubahan bentuk tersebut, berat rata-rata bush kemungkinan dapat berkurang. Namun dari hasil percobaan ini tidak terjadi pengurangan berat rata-rata buah dari setiap perlakuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji proteksi pada tanaman cabai. isolat C₁ dan isolat pembanding (C_x) cukup efektif menekan perkembangan virus mosaik ketimun patogenik dibandingkan dengan isolat yang lainnya. Diperlukan waktu proteksi minimal 20 hari agar proteksi efektif.

Saran

Koleksi isolat virus mosaik ketimun perlu diperbanyak dan kemudian saling dipertukarkan satelit RNA-5 untuk mendapatkan asosiasi yang lebih efektif dalam menekan serangan virus mosaik ketimun yang patogenik.

Efek sinergisme perlu diteliti, terutama terhadap virus yang umumnya menyerang tanaman cabai dan tomat agar asosiasi yang diperoleh aman digunakan.

Tanaman yang lebih muda umurnya digunakan pada uji proteksi agar hasil yang diperoleh lebih jelas dan ini perlu diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. Academic Press. New York. 803 p.
- Bar-Joseph. M.A. Rosner. M. Moskovitz dan R.Hull. 1983. A simple procedure for the extraction of double stranded RNA from viral infected plants. J. Virology Method. 6 : 1 - 8.
- Bozarth, R.F. dan E.H.Harley. 1976. The electrophoretic mobility of double-stranded RNA in polyacrylamids gels as a function of molecular weight. Biochim. Biophys. Acta. 432 : 329-335.

- Condit, C. dan H. Fraenkel-Conrat. 1979. Isolation of replicative form of 3, terminal subgenomic RNAs of tobacco necrosis virus. *Virology*. 97 : 122-130.
- Diaz-Ruiz, J.R. dan J.M. Kaper. 1978. Isolation of viral double-stranded RNAs using LiCl fractionation procedure. *Biochem.* 8: 1 -17.
- Dodds, J.A., T.J. Morris dan R.L. Jordan. 1984. Plant viral double-stranded RNA. *Annu. Rev. Phytopathologi* 22 : 151 -168.
- Doolittle, S.P. 1953. Diseases of peppers. Yearbook of Agricultural USDA. Washington DC The United States Government Printing Office. 940 p.
- Edwardson, J.R. dan R.G. Christie. 1978. Use of virus induced inclusion in classification and diagnosis. *Annu. Rev. Phytopatologi*. 16: 31 -55.
- Garnier, M.R. Momoun dan J.M. Bove. 1980. TYMV RNA replacation in vivo: Replicative intermediat is mainly single stranded. *Virology*. 104 : 357 - 374.
- Henriques, M.C. dan T.J. Morris. 1979. Evidence for different replicative strategies in the plant tombusvirus. *Virology*. 99 : 66 -74.
- Jordan, R.L., J.A. Dodds dan H.D. Ohr. 1983. Evidence for viruslike agents in avocado. *Phytopathologi*. 73 : 1130 -1135.
- Kaper, J.M. 1982. Rapid synthesis of double-stranded cucumber mosaic virus-associated RNA 5 : Mechanism Controlling Viral Pathogenesis. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 105:1014-1022.
- Kaper, J.M. 1983. Perspective on CARNA 5, cucumber mosaic virus-dependent replicating RNA 5 capable of modifying disease expression. *Plant Mol. Bioi. Rep.* 1 : 45 -54.
- Kaper, J.M. dan M.E. Tousignant. 1977. Cucumber mosaic virus-associated RNA 5. I. Role of host plant and helper strain in determining amount of associated RNA 5 with virions. *Virology*. 80 : 186 -195.
- Lot, H. dan J.M. Kaper. 1976. Further studies on the RNA component distribution among the nucleoproteins of cucumber mosaic virus. *Virology*. 74 : 223 -226.
- Matthews, R.E.F. 1973. Induction of diseases by viruses with spesific reference to turnip yellow mosaic virus. *Annu. Rev. Phytopathologi*. 11 : 147-170.
- Morris, T.J. dan J.A. Dodds. 1979. Isolation and analysis of double-stranded RNA from virus-infected plant and fugal tissue. *Phytopathologi*. 69 : 854 -858.
- Murant, A.F. dan A.M. Mayo. 1982. Satellites of plant viruses. *Ann. Rev. Phytopatologi*. 20 : 47 -70.
- Peden, K.W.C. dan R.H. Symons. 1973. Cucumber mosaic viru contains a uncionally divided genome. *Virology*. 53 : 487-492.
- Ralph, R.K. 1969. Double-stranded viral RNA. *Adv. Virus Res.* 15: 61 -158.
- Sthneider, I.R. dan S.M. Thompson. 1977. Double-stranded nucleic acids found in tissue infected with the satellite of tobacco ringspot virus. *Virology*. 78 : 453 -462.
- Takanami, Y. 1981. A striking change in symtoms on cucumber mosaic virus-infected tobacco plants induced by a ste/lite RNA. *Virology*. 109 : 120 -126.
- Takanami, Y., S. Kubo dan S. Imaizumi. 1977. Synthesis of single and double-stranded cucumber mosaic virus RNAs in tobacco mesophyll protoplast. *Virology*. 80: 376 -389.
- Tien, B.P., XZhang, B. Qiu, B. Qin dan G. Wu. 1987. Satellite RNA for control of plant diseases caused by cucumber mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.* 111 : 1 -10.
- Valverde, R.A., J.A. Dodds dan J.A. Heick. 1986. Double-stranded ribonucleic acid from plants infected with viruses having elongated particle and undivided genomes. *Phytopathologi*. 76: 459 -465.
- Valverde, R.A., S.T. Nameth dan R.L. Jordan. 1990. Analysis of double-stranded RNA for plant virus diagnosis. *Plant Diseases*. 74 : 255 -258.