

Penularan Virus Bergejala Mosaik Pada Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Secara Mekanis dan Melalui Vektor Kutu Daun

MISBAHUL KHULUQ
TRISNA AGUNG PHABIOLA*)
I NYOMAN WIJAYA

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80231
*)Email: trisnafabiola@gmail.com

ABSTRACT

Transmission of Symptomatic Mosaic Virus in Melon (*Cucumis melo* L.) Mechanically and Through the Aphids Vector

Melon (*Cucumis melo* L.) is one of the horticulture plants that is widely cultivated and consumed by the people of Indonesia. But the decrease in yield due to an OPT attack (plant disrupting organisms) is a major concern. Among the pests that play a role in reducing the yield of melons are viruses and insect vectors. Aside from being a pest, aphid insect also act as vector transmitters of viruses that cause mosaics in melon plants. The method of transmission in this research used the method of transmission mechanically and through aphids vectors. The aim of this research was to examine the potential transmission of Potyvirus which caused mosaic on melon mechanically and through the vector *Aphis gossypii*. The parameters are the type of symptoms, the percentage of the disease and the intensity of the disease attack. The variations of symptoms shown were dark green mosaic patterns, yellow mosaic patterns, vein-banding and malformations. The results of the transmission test were proven by molecular identification using the Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction method. The results explained that the Potyvirus could be transmitted mechanically with disease incidence of 100%, disease intensity of 42% and through *Aphis gossypii* vector with a disease incidence of 90%, disease intensity of 28%. The test was proven using the RT-PCR method with CIFor and CIRev primers which showed amplicon product 700 pb.

Keywords: *melon, virus transmission, mosaic symptoms, potyvirus*

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan komoditas yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan, karena bernilai ekonomi tinggi, mampu memproduksi dalam waktu relatif singkat (sekitar tiga bulan) dan harganya relatif stabil (Rahayu *et al.*,

2011). Pembudidayaan tanaman melon tidak terlepas dari adanya berbagai hambatan selama pertumbuhannya, salah satunya karena adanya gangguan hama dan penyakit. Diantara OPT yang berperan menurunkan hasil panen melon adalah virus dan serangga vektornya. Ada beberapa virus penyebab penyakit mosaik yang menginfeksi tanaman *Cucurbitaceae* yaitu *Cucumber aphid borne yellows virus* (CABYV), *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Papaya ringspot virus* (PRSV), *Squash mosaic virus* (SqMV), *Squash leaf curl virus* (SLCV), *Watermelon mosaic virus* (WMV), dan *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) yang menyerang tanaman timun di Jawa (Listihani, 2018). Variasi gejala yang ditimbulkan yaitu pola mosaik warna hijau tua, *vein-banding* dan malformasi. Penularan virus dapat terjadi melalui serangga vektor. Salah satu jenis serangga yang dapat menjadi vektor virus adalah kutu daun. Kutu daun sebagai vektor mampu menyebabkan kerugian secara kualitatif dan kuantitatif pada produksi buah melon. Kerusakan disebabkan oleh nimfa dan imago kutu daun yang makan secara bergerombol pada daun, tunas dan bunga tanaman melon. Beberapa virus yang menginfeksi *Cucurbitaceae* yaitu *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), *Papaya Ringspot Virus* (PRSV) dan *Zucchini Yellow Mosaic Virus* (ZYMV) ditularkan secara non persisten oleh spesies kutu daun *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora* dan *Myzus persicae*. Penularan tertinggi *Zucchini Yellow Mosaic Virus* (ZYMV) pada tanaman zucchini di Bali diperankan oleh kutu daun *Aphis gossypii* (Pandawani, 2017). Berdasarkan uraian diatas, ditemukan permasalahan terkait penularan dan penyebaran virus yang bergejala mosaik pada tanaman melon di Bali. Oleh karena itu perlu dikaji lebih lanjut terkait potensi penularan secara mekanis dan melalui kutu daun sebagai vektor dalam menularkan virus penyebab penyakit mosaik pada tanaman melon Bali.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai sejak bulan Maret 2019 sampai Mei 2019. Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dan Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tanaman melon yang bergejala mosaik, kutu daun, benih tanaman melon, media tanam (kompos dan tanah), *karborundum*, daun talas yang sehat, kertas CD folio, kertas label, primer, aquades, alkohol, buffer fosfat, nitrogen cair, buffer ekstraksi, β -merkaptoetanol, *natrium asetat*, *isopropanol*, etanol absolut, buffer TE (Tris-EDTA), gel agarose, buffer TBE, pewarna, marker 1 kb, ddH₂O, *Dream Taq Green Master Mix*, *primer forward* dan *primer reverse*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, *pinset*, mortar, kuas gambar, *cotton bud*, sungkup serangga, satu set cawan petri, gunting, *cutter*, es box, kamera, labu erlenmeyer, tabung *ependorf*, sentrifus *Eppendorf*, mikropipet,

penangas air, sisir dan cetakan agar, bak elektroforesis, adaptor 100 volt, *Thermal Cycler* dan UV *transiluminator*.

2.3 Pengambilan Sampel Tanaman Sakit Dari Lapang

Pengambilan sampel daun tanaman dilakukan di Kota Denpasar, Kabupaten Tabanan dan Kabupaten Gianyar berdasarkan gejala penyakit mosaik akibat virus pada pertanaman melon.

2.4 Penanaman Tanaman Uji

Benih melon varietas Gracia F1 dari PT. East West Seed cap Panah Merah ditanam dalam polybag dengan ukuran 10 x 10 cm sebanyak 50 polybag pada media tumbuh yang terdiri dari tanah subur dan pupuk kompos dengan perbandingan 2 : 1.

2.5 Pembebasan Kutudaun Dari Virus

Kutu daun dibebasviruskan berdasarkan metode Sularno (2009) pada daun talas yang sehat. Daun talas dicuci, tangkainya dibalut dengan kapas basah kemudian diletakkan pada cawan petri yang telah disiapkan dalam keadaan bersih. Kutu daun dipindahkan pada permukaan daun talas bagian bawah yang berada pada cawan petri menggunakan kuas gambar yang telah dibasahi sedikit air. Cawan petri ditutup dan imago dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya imago dipindahkan ke daun tanaman melon yang sehat dan disungkup menggunakan sungkup kedap serangga.

2.6 Penularan Virus Penyebab Mosaik Secara Mekanis

Sampel daun sakit digerus dengan ditambahkan buffer fosfat hingga menghasilkan cairan perasan atau sap. Selanjutnya daun tanaman uji ditaburi karborundum dan dibiarkan selama 15 menit. Cairan perasan tanaman sakit dioleskan pada dua daun termuda tanaman uji dengan searah tulang daun. Dua jam setelah proses penularan, daun tanaman uji dibilas dengan air aquades guna membersihkan sisa karborundum.

2.7 Penularan Virus Penyebab Mosaik Melalui Serangga Vektor Kutudaun

Imago kutu daun yang sudah dipuaskan selama 1 jam dipindahkan pada tanaman melon yang sakit selama 2 jam (periode makan akuisisi). Setelah periode makan akuisisi, vektor kutudaun dipindahkan ke tanaman uji yang sehat menggunakan kuas gambar yang telah dibasahi agar tidak merusak tubuh serangga vektor. Selanjutnya serangga vektor kutudaun diletakkan pada tanaman uji yang sehat selama 24 jam (periode makan inokulasi).

2.8 Identifikasi Virus Dengan Polymerase Chain Reaction

2.8.1 Ekstraksi RNA total

Ekstraksi RNA secara manual dilakukan dengan mengikuti metode CTAB (Doyle dan Doyle, 1990) yang telah di modifikasi minor. Sampel tanaman

Cucurbitaceae yang bergejala sebanyak 0.1 g digerus menggunakan mortar dan pistil. Penggerusaan dilakukan dengan menambahkan nitrogen cair dan bufer ekstraksi yang dibuat dari pencampuran 500 µl cetyl trimethylammonium bromide (CTAB) dan 5 µl β-merkaptotanol untuk membantu melisis sel. Cairan perasan hasil penggerusan dimasukkan ke dalam tabung mikro dan diinkubasi dalam penangas air pada suhu 65° C selama 30 menit. Setiap 10 menit sekali tabung mikro dibolak-balik untuk membantu proses lisis. Setelah 30 menit, tabung mikro diangkat dari penangas air kemudian didiamkan selama 2 menit pada suhu ruang. Setelah itu, sebanyak 500 µl campuran kloroform:isoamilalkohol (24:1) ditambahkan ke dalam tabung mikro. Kemudian, tabung mikro divorteks supaya tercampur dengan baik. Setelah divorteks, tabung disentrifugasi dengan kecepatan 11 000 rpm selama 15 menit. Supernatan kemudian dipindahkan ke tabung mikro baru. Supernatan tersebut ditambahkan CH₃COONa sebanyak 1/10 dari volume supernatan yang diperoleh dan isopropanol sebanyak 2/3 dari volume total. Tabung mikro tersebut diinkubasi pada -20 °C selama satu malam. Setelah diinkubasi, tabung mikro yang berisi supernatan, CH₃COONa, dan isopropanol disentrifugasi dengan kecepatan 11 000 rpm selama 15 menit. Setelah disentrifugasi akan terlihat pelet RNA, supernatan tersebut dibuang sehingga menyisakan pelet RNA dibagian bawah tabung mikro. Pelet RNA yang diperoleh dicuci dengan etanol 70% sebanyak 500 µl kemudian disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 8000 rpm. Etanol dibuang lalu tabung mikro diletakkan secara terbalik diatas tisu selama 1-2 jam agar pelet kering. Pelet yang diperoleh dilarutkan dalam 50 µl bufer TE 1x (10 mM Tris-HCl pH 8.0 mM EDTA).

2.8.2 *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction*

RT-PCR diawali dengan sintesis cDNA pada suhu 42 °C selama 1 jam, dilanjutkan dengan PCR sesuai dengan program masing-masing pasangan primer. Komposisi reaktan dalam *one step* RT-PCR untuk volume total 25 µl yaitu 12.5 µl *Go Taq green 2x* (Thermo scientific), 2,5 µl *primer reverse* 10 µM, 2.5 µl *primer forward* 10 µM, 0.2µl RNAse Inhibitor (Ribolock, Thermo scientific), 0.05 µl MmuLV (Revertaid, Thermo scientific), 2.5 µl DTT 50 mM, 2.75 µl air bebas nuklease, dan 2 µl RNA total. Amplifikasi cDNA dilakukan dengan menggunakan primer *Universal Potyvirus* dengan target gen protein menggunakan primer CIFOR 5'-GGI VVI GTI GGI WSI GGI AAR TCI AC -3' dan CIREV 5'-ACI CCR TTY TCD ATD ATR TTI GTI GC -3' dengan produk sebesar 700 bp (Ha *et al.*, 2008).

Amplifikasi dengan PCR dilakukan sebanyak 40 siklus dengan tahapan sebagai berikut (Hidayat *et al.*, 2012):

- Tahap 1 predenaturasi pada suhu 94° C selama 5 menit
- Tahap 2 denaturasi, merupakan tahap dimana utas DNA berubah dari untaian ganda menjadi untaian tunggal pada suhu 94° C selama 1 menit
- Tahap 3 annealing dimana primer forward dan primer reverse menempel pada untaian tunggal DNA pada masing-masing komplemennya yang terjadi pada suhu 50° C selama 1 menit

- d. Tahap 4 sintesis DNA terjadi selanjutnya pada tahap elongasi/ekstensi pada suhu 72° C selama 1 menit
- e. Tahap 5 pemanjangan akhir terjadi pada suhu 72° C selama 5 menit dan suhu 4° C untuk suhu penyimpanan.

2.8.3 Visualisasi Hasil RT-PCR

Elektroforesis gel Agarose 1% dilakukan untuk mengetahui hasil PCR secara visual. Gel Agarose dibuat dengan 0,25 gram Agarose dicampur dengan 20ml buffer TBE 0.5x dan dipanaskan selama 2 menit dengan suhu 140°C sampai larut. Setelah tercampur larutan tersebut didiamkan hingga suhunya hangat dan ditambahkan 1.5 µl *Etidium bromide* pada setiap 30ml larutan Agarose. Larutan dituangkan ke dalam cetakan dan ditunggu hingga agar padat kurang lebih satu jam. Gel agarose yang sudah padat kemudian dipindahkan pada alat elektroforesis. Produk PCR sebanyak 7 µl dan DNA marker sebanyak 10 µl dimasukkan kedalam sumuran yang telah disiapkan pada gel agarose. Elektroforesis dilakukan selama 60 menit dengan tegangan 50 Volt. DNA yang telah dielektroforesis kemudian divisualisasi dengan *UV transiluminator*.

2.9 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan adalah tipe gejala, masa inkubasi, persentase penyakit dan intensitas serangan penyakit. Pengamatan dilakukan dari hari ke-1 sampai hari ke-14 setelah inokulasi. Pengamatan gejala dilakukan sesuai dengan referensi jenis-jenis gejala penyakit mosaik. Masa inkubasi dihitung dari waktu inokulasi sampai munculnya gejala mosaik pada daun. Hal ini diketahui dengan pengamatan gejala setiap hari. Insidensi penyakit dihitung menggunakan rumus menurut (Darmayanti *et al.*, 2010).

$$I = \frac{n}{N} \times 100\% \dots (1)$$

I= Insidensi atau Persentase penyakit
n= Jumlah tanaman yang bergejala
N= Jumlah tanaman yang diamati

Sedangkan keparahan penyakit dihitung berdasarkan gejala dengan menggunakan rumus Townsend dan Heuberger (1974 *dalam* Agrios, 2005) sebagai berikut:

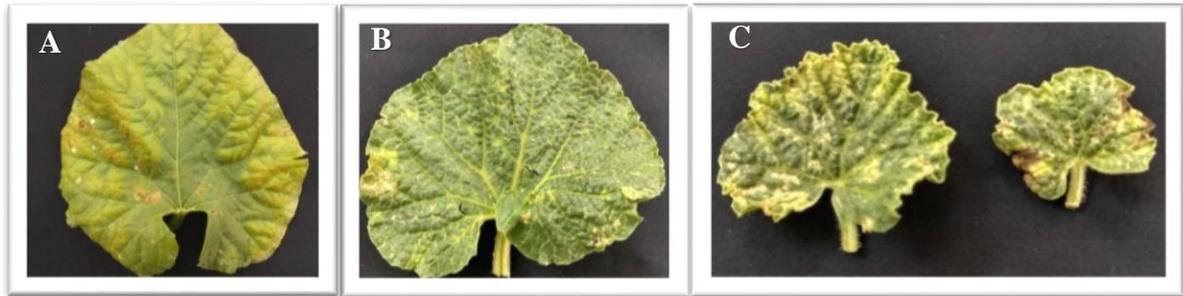
$$KP = \frac{ni \cdot vi}{N \cdot V} \times 100\% \dots (2)$$

KP = Keparahannya penyakit
ni = jumlah tanaman yang terserang pada kategori i
vi = kategori kerusakan ke-i
N = jumlah tanaman yang diamati
V = nilai kategori serangan tertinggi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gejala Mosaik Pada Pertanaman Melon di Lapangan

Sampel tanaman melon yang diisolasi dari Denpasar, Tabanan dan Jembrana menunjukkan variasi gejala. Sampel dari Denpasar menunjukkan gejala pola mosaik warna hijau tua dan melepuh. Sampel dari Tabanan menunjukkan gejala *vein-banding* (penebalan warna hijau pada sekitar tulang daun), pola mosaik warna kuning sedangkan sampel dari Gianyar menunjukkan gejala *vein-banding* dan mengkerut (malformasi) (Gambar 1).



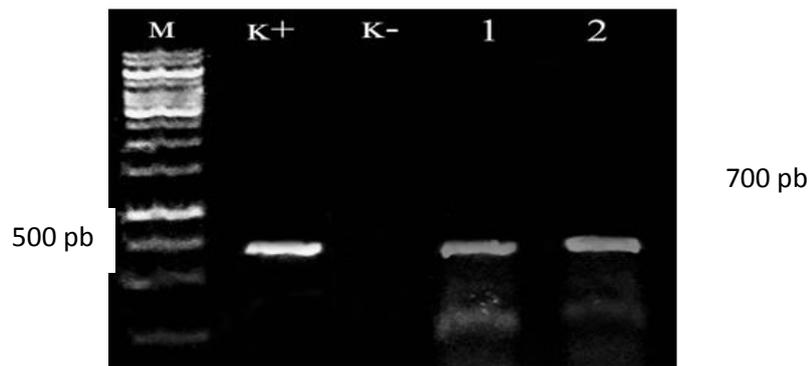
Gambar 1. Variasi gejala yang dijumpai di lapangan (A). Mosaik berat dan *vein banding*; (B). Mosaik berat dan mengkerut; (C). Mosaik berat, *vein banding* dan malformasi.

3.2 Hasil Pengamatan Morfologi Serangga Vektor

Hasil identifikasi kutu daun menggunakan buku Blackman dan Eastop (2000) menunjukkan bahwa serangga vektor yang terdapat pada pertanaman melon di Bali adalah spesies *Aphis gossypii*. Hal ini ditentukan berdasarkan morfologi dari sampel kutu daun tersebut yaitu, bentuk tubuh bulat relatif oval, bentuk antenal tubercle rata (tanpa lekukan), kornikel berbentuk segitga (lebih pendek dari kaudanya) dan posisi kauda melebar.

3.3 Hasil identifikasi Awal Sampel Daun Melon yang Bergejala Mosaik

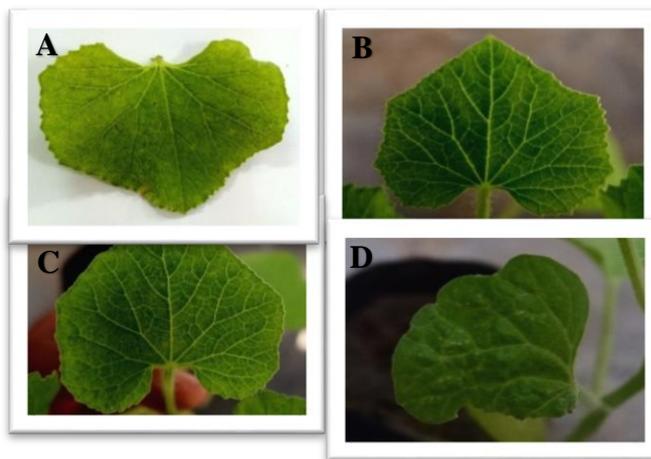
Visualisasi hasil RT-PCR menunjukkan sampel daun melon bergejala mosaik tersebut positif *Potyvirus* dengan panjang 700 pb (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Hondo (2017) dengan hasil produk sebesar 700 pb. Hasil tersebut dari deteksi virus yang menginfeksi ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) yang bergejala mosaik dengan primer *Potyvirus* CIFor dan CIREv. Sampel yang positif *Potyvirus* tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber inokulum guna penularan secara mekanis.



Gambar 2. Hasil visualisasi deteksi awal sampel dari lapang dengan ukuran 700pb. (M) marker 1kb; (K+) kontrol positif; (K-) kontrol negatif; (1) Sampel dari Denpasar; (2) Sampel dari Gianyar

3.4 Pengamatan Gejala Hasil Penularan Secara Mekanis

Hasil uji penularan virus yang bergejala mosaik secara mekanis memunculkan variasi gejala mosaik ringan, *vein clearing*, *vein-banding* dan mengkerut (Gambar 4). Gejala awal mosaik ringan pada daun hingga warna mosaik semakin jelas dan membentuk *vein banding*. Tahap selanjutnya mosaik kuning hingga malformasi seperti mengkerut dan keriting. Hasil penularan secara mekanis menunjukkan persentase penyakit sebesar 100% (Tabel 1) dengan intensitas serangan penyakit sebesar 42% (Tabel 2).



Gambar 3. Variasi gejala hasil penularan secara mekanis
Keterangan : (A) Mosaik dan klorosis; (B) *Vein banding*; (C) Mosaik hijau; (D) Malformasi (mengkerut).

Tabel 1. Masa Inkubasi dan Persentase Penyakit Hasil Inokulasi Secara Mekanis

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Setelah Inokulasi														
Persentase Penyakit (%)	-	-	-	20	20	30	40	50	70	70	80	100	100	100

Tabel 2. Keparahan Penyakit Hasil Inokulasi Secara Mekanis

Sampel Tanaman Uji	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skor Penyakit	2	1	3	3	4	3	1	1	2	1
Total intensitas serangan Penyakit 42%										

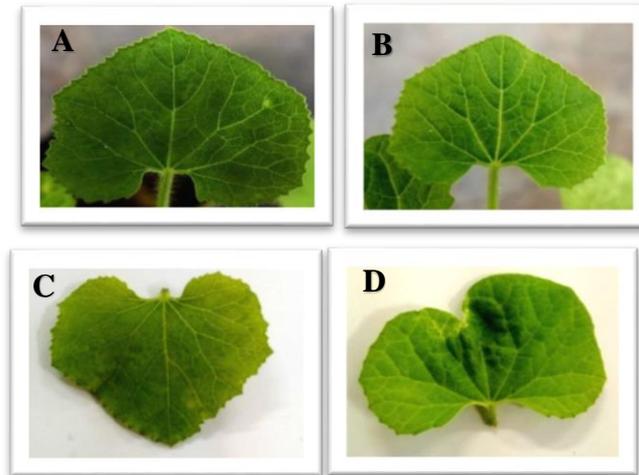
Penilaian skor penyakit didasarkan pada variasi gejala visual yang terjadi (Hemida, 2005) Skor 0: Tidak bergejala; Skor 1: Gejala mosaik ringan (mosaik hijau, *vein banding*); Skor 2: Gejala mosaik sedang (mosaik hijau dan kuning); Skor 3: Gejala mosaik berat (mosaik disertai klorosis) dan malformasi daun ringan (mengkerut); Skor 4: Gejala mosaik berat disertai malformasi daun sedang (keriting); Skor 5: Gejala mosaik berat disertai malformasi berat (mengkerut, keriting dan kerdil). Hasil inokulasi secara mekanis menunjukkan intensitas serangan penyakit sebesar 42%.

Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa sampel daun melon bergejala mosaik dapat diinokulasikan secara mekanis dengan membutuhkan waktu 4 hari. Gejala awal mosaik hijau ringan pada daun hingga warna mosaik semakin jelas dan membentuk *vein banding*. Tahap selanjutnya mosaik kuning, klorosis hingga malformasi seperti mengkerut dan keriting. Variasi gejala yang ditimbulkan dalam penularan mekanis ini sesuai dengan hasil pengamatan gejala oleh Pandawani (2017) dalam karakterisasi bioekologi *Potyvirus* penyebab gejala mosaik pada tanaman zukini di Bali yaitu timbul gejala mosaik hijau tua, *vein-banding* (penebalan warna hijau searah tulang daun) dan malformasi (mengkerut). Variasi gejala dapat disebabkan oleh genotipe tanaman khususnya ketahanan terhadap penyakit, virulensi virus dan kepekaan terhadap lingkungan.

3.5 Pengamatan Gejala Hasil Penularan Melalui Serangga Vektor

Gejala yang ditimbulkan dari hasil penularan melalui serangga vektor kutu daun pada tahap awal terlihat mosaik ringan dengan pola warna mosaik hijau yang tidak

merata. Gejala lebih lanjut menunjukkan pola warna mosaik *vein banding*. Selanjutnya perubahan gejala terjadi pada bentuk daun, yaitu mengkerut, keriting dan lebih umum disebut dengan malformasi.



Gambar 4. Variasi gejala hasil penularan melalui serangga vektor
 Keterangan : (A) Mosaik hijau; (B) *Vein banding*; (C) Mosaik dan klorosis; (D) Malformasi (mengkerut).

Variasi gejala yaitu mosaik hijau, *vein banding*, klorosis dan perubahan bentuk mengkerut, keriting, kerdil pada daun (Gambar 4). Persentase penyakit dari hasil penularan virus melalui serangga vektor kutu daun tertera pada (Tabel 3)

Tabel 3. Masa Inkubasi dan Persentase Penyakit Hasil Inokulasi Melalui Serangga Vektor

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Setelah Inokulasi														
Persentase Penyakit (%)	-	-	-	-	-	-	-	10	20	40	70	80	90	90

Berdasarkan pada tabel 3.3 penularan virus penyebab mosaik pada melalui serangga vektor *Aphis gossypii* dengan jumlah 5 ekor per tanaman uji, periode makan akuisisi 2 jam dan periode makan inokulasi 24 jam menunjukkan hasil masa inkubasi yaitu 8 hari. Persentase penyakit tercatat sebesar 90% dalam 14 hari pengamatan. Sementara intensitas serangan penyakit hasil penularan melalui serangga vektor tercatat sebesar 28% (Tabel 4).

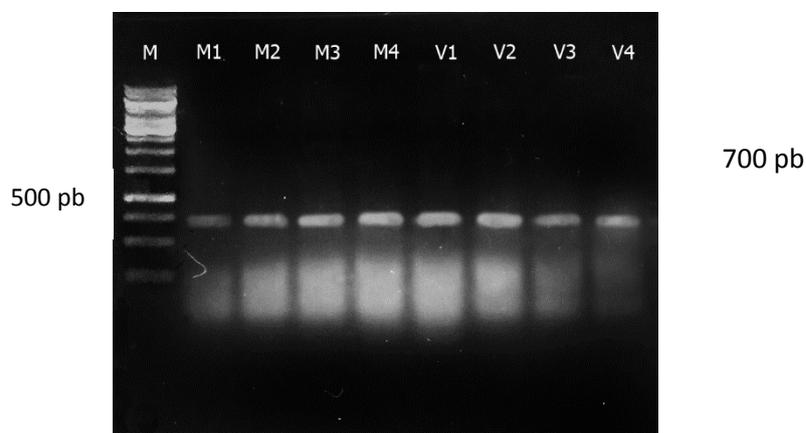
Tabel 4. Keparahan Penyakit Hasil Penularan Melalui Serangga Vektor

Tanaman Uji	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skor Keparahan	3	1	1	0	1	2	3	1	1	1
Total intensitas serangan penyakit sebesar 28%										

Penilaian skor penyakit didasarkan pada variasi gejala visual yang terjadi (Hemida, 2005) Skor 0: Tidak bergejala; Skor 1: Gejala mosaik ringan (mosaik hijau, *vein banding*); Skor 2: Gejala mosaik sedang (mosaik hijau dan kuning); Skor 3: Gejala mosaik berat (mosaik disertai klorosis) dan malformasi daun ringan (mengkerut); Skor 4: Gejala mosaik berat disertai malformasi daun sedang (keriting); Skor 5: Gejala mosaik berat disertai malformasi berat (mengkerut, keriting dan kerdil).

3.6 Hasil Deteksi Melalui Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction

Deteksi virus penyebab penyakit mosaik pada tanaman uji secara mekanis dan penularan serangga vektor tersebut dilakukan dengan teknik *reverse transcription-polymerase chain reaction* (RT-PCR) dengan menggunakan sampel tanaman uji yang bergejala mosaik. Hasil amplifikasi dengan PCR dengan pasangan primer CI-For dan CI-Rev dengan produk PCR sebesar 700 pb. Fragmen DNA ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hondo (2017) yang menghasilkan amplicon berukuran 700 pb pada identifikasi gen *cylindrical inclusion* (CI) anggota genus *Potyvirus* penyakit mosaik pada tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) di Bogor dan di Malang.



Gambar 6. Hasil visualisasi sampel penularan secara mekanis dan melalui serangga vektor dengan RT-PCR.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. *Potyvirus* penyebab gejala mosaik pada tanaman melon dapat ditularkan secara mekanis.
2. *Potyvirus* penyebab gejala mosaik pada tanaman melon dapat ditularkan melalui serangga vektor *Aphis gossypii* pada tanaman melon.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang fase kritis tanaman melon terhadap infeksi *Potyvirus* penyebab mosaik akibat penularan secara mekanis dan melalui serangga vektor.

Daftar Pustaka

- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th ed. Burlington (USA): Elsevier Academic Press.
- Blackman, R.L., V. F. Eastop. 2000. *Aphid on the World's Crop. An Identification and Information Guide 2nd eds*. New York: Wiley.
- Damayanti, T.A, Endah, M., Dewi, S. 2010. *Efisiensi Penularan Virus Mosaik Bengkuang Dengan Aphis craccivora dan Aphis gossypii*. Agrovigor. Hal.:101-109.
- Doyle, J.J., J.L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Journal Focus* 12:13-5.
- Hidayat, S.H., S. Nurlita, S. Wiyono. 2012. Temuan Penyakit Baru Infeksi Papaya ringspot virus pada Tanaman Pepaya di Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(6):184-187.
- Hondo, A. 2017. Deteksi dan Identifikasi Virus pada Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) di Bogor, Jawa Barat dan Malang, Jawa Timur. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Listihani. 2018. "Distribusi dan Identifikasi Virus Utama pada Mentimun di Jawa". Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pandawani, N.P. 2017. *Identifikasi Molekuler dan Karakter Bioekologi Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV) Penyebab Penyakit Mosaik Pada Tanaman Zukini (Cucurbita pepo L.) di Bali*. Desertasi Program Studi Doktor Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Unievrstias Udayana.
- Rahayu, A., R.J.P, Serhalawan, Munandar. 2011. *Produksi Dan Kualitas Buah Melon (Cucumis Melo L.) Pada Jumlah Buah Per Tanaman Yang Berbeda*. Bogor: Jurnal Pertanian ISSN 2087-4936 Volume 2 Nomor 2.
- Sularno. 2009. Pengaruh lama waktu makan akuisisi dan lama waktu makan inokulasi *Myzus persicae* dan *Aphis gossypii* terhadap kecepatan penularan virus tanaman. *Kultura*. 10 (1): 1-6.