

**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STRATEGIS NASIONAL BATCH II LANJUTAN  
TAHUN ANGGARAN 2010**



**JUDUL PENELITIAN**

**PERAKITAN HIBRIDA UNGGUL TOLERAN VIRUS  
SEBAGAI UPAYA MENGATASI SERANGAN  
*CUCUMBER MOSAIC VIRUS* PADA CABAI MERAH :  
Seleksi Menggunakan Marka Molekuler**

**PENELITI**

Dr. Ir. CATUR HERISON, M.Sc  
Ir. SRI WINARSIH, M.Si  
Ir. MERAKATI HANDAYANINGSIH, M.Sc

**DIBIYAI OLEH DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN  
NOMOR : 175/SP2H/PP/DP2M/III/2010, Tanggal 01 Maret 2010**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS BENGKULU  
TAHUN 2010**

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**

1. **Judul Penelitian :** PERAKITAN HIBRIDA UNGGUL TOLERAN VIRUS  
SEBAGAI UPAYA MENGATASI SERANGAN  
*CUCUMBER MOSAIC VIRUS* PADA CABAI MERAH:  
Seleksi Menggunakan Marka Molekuler



2. **Ketua Peneliti :**

- a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Catur Herison, MSc.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP : 19620724 198703 1001
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- e. Jabatan Struktural : Ketua Laboratorium
- f. Bidang Keahlian : Pemuliaan Tanaman
- g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Pertanian / Budidaya Pertanian,
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
- i. Anggota Peneliti :

No	Nama dan Gelar	Bidang Keahlian	Jurusan Fakultas
1.	Ir. Sri Winarsih, M.Si.	Penyakit Tumbuhan	Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian
2	Ir. Merakati Handayaningsih, M.Sc.	Hortikultura	Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian

- 3. Biaya : Rp. 77.500.000,-
- 4. Lama waktu Penelitian : 10 Bulan

Mengetahui  
Dekan Fakultas Pertanian

  
  
Prof. Dr. Ir. Yuwana, M.Sc.  
NIP. 19591210 198603 1 003

Bengkulu 8 November 2010  
Ketua Peneliti,

  
Dr. Ir. Catur Herison, M.Sc.  
NIP. 19620724 198703 1001

Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian

  
  
Drs. Supri Sarwono, M.Illum  
NIP. 19581112 198603 1 002

## RINGKASAN DAN SUMMARY

### Ringkasan

Kendala dalam peningkatan produksi cabai merah diantaranya adalah varietas yang ditanam petani berpotensi hasil rendah dan serangan penyakit di lapangan, salah satunya virus. *Cucumber mosaic virus* (CMV) merupakan virus terpenting yang menyerang cabai karena dapat menurunkan produktivitas hingga 80%. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan varietas berpotensi hasil tinggi sekaligus toleran CMV. Penelitian ini bertujuan untuk merakit cabai hibrida unggul berdaya hasil tinggi dan toleran terhadap CMV.

Hasil yang telah diperoleh pada **Tahun Pertama** adalah (1) terdapat sekurang-kurangnya 10 individu toleran CMV pada setiap populasi BC2, (2) diperoleh sidik jari DNA tetua recurrent (PBC378 dan PBC1354) sebagai MAS recurrent, (3) Seleksi menggunakan MAS recurrent menghasilkan individu A24, A25, A29 dari populasi BC2A ([378/[378/(378/1042)]-11]); B12, B37, B49 dari populasi BC2B ([378/[378/(378/C1024)]-6]); C16, C33, C34 dari populasi BC2C ([378/[378/(378/C1043)]-13]) adalah yang individu yang memiliki sifat toleran CMV dan mirip dengan tetua recurrent PBC378; individu D11, D33, D38 dari populasi BC2D ([1354/[1354/(1354/C1043)]-18]); dan E12, E20, E31 dari populasi BC2E ([1354/[1354/(1354/C1024)]-4]) adalah yang individu yang memiliki sifat toleran CMV dan mirip dengan tetua recurrent PBC1354, dan (4) dihasilkan benih populasi BC3 hasil persilangan BC2 terpilih dengan tetua recurrentnya. Melanjutkan hasil tahun pertama, kegiatan penelitian **Tahun Kedua**, meliputi (1) seleksi populasi BC3 untuk toleransi terhadap CMV, (2) seleksi MAS tetua recurrent terhadap BC3, (3) pembentukan populasi F4 (S1BC3), dan (4) seleksi individu S1BC3\* untuk toleransi terhadap CMV.

Hasil penelitian Tahun Kedua adalah (1) diperoleh lima individu toleran dan secara visual mirip dengan tetua recurrentnya pada setiap populasi BC3 sehingga secara keseluruhan berjumlah 75 individu, yaitu B3A24-6, B3A24-8, B3A24-11, B3A24-18, B3A24-20, B3A25-1, B3A25-8, B3A25-13, B3A25-14, B3A25-22, B3A29-8, B3A29-13, B3A29-17, B3A29-22, B3A29-27, B3B12-1, B3B12-2, B3B12-4, B3B12-13, B3B12-25, B3B37-1, B3B37-3, B3B37-5, B3B37-9, B3B37-23, B3B49-10, B3B49-16, B3B49-30, B3B49-38, B3B49-40, B3C16-5, B3C16-12, B3C16-16, B3C16-21, B3C16-22, B3C33-5, B3C33-6, B3C33-7, B3C33-11, B3C33-13, B3C34-14, B3C34-18, B3C34-22, B3C34-24, B3C34-28, B3D11-3, B3D11-8, B3D11-13, B3D11-17, B3D11-18, B3D13-1, B3D13-2, B3D13-8, B3D13-10, B3D13-21, B3D38-4, B3D38-5, B3D38-6, B3D38-9, B3D38-10, B3E12-2, B3E12-5, B3E12-13, B3E12-17, B3E12-19, B3E20-11, B3E20-15, B3E20-20, B3E20-22, B3E20-32, B3E31-7, B3E31-11, B3E31-18, B3E31-19, dan B3E31-26; (2) seleksi menggunakan MAS dan karakter morfologi terhadap 75 individu diperoleh 11 genotipe toleran yang 99% mirip tetua recurrent PBC378 dan 15 genotipe toleran yang mirip tetua recurrent PBC1354; (3) diperoleh 26 lot benih S1BC3 hasil selfing individu toleran yang paling mirip tetua recurrent, (4) seleksi 15 lot benih S1BC3 mendapatkan individu yang mirip tetua recurrent dengan gen toleransi terhadap CMV yang homozigot yaitu S1B3A24-20-3,12; S1B3A29-13-2,15,19; S1B3A29-22- 8,14; S1B3B12-13 -4, 14; S1B3B37-9-5, 12, 17; S1B3B12-25-1, 19, 24; S1B3C16-5- 13, 16, 18, 19; S1B3C16-16- 5, 12, 14; S1B3C34-18-1, 4, 14; S1B3D11-8- 8; S1B3E12-17-21; S1B3E20-22- 14; S1B3E31-19-1

Genotipe tersebut ditambah dengan genotipe donor CMV yang dihasilkan dalam rangkaian penelitian sebelumnya adalah aset yang sangat berharga dalam perakitan hibrida unggul toleran CMV, yang hingga saat ini belum ada di pasaran. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilanjutkan dengan perakitan hibrida unggul toleran CMV yang dilanjutkan dengan pengujian lapang dan multilokasi hibrida yang dihasilkan.

## Summary

The most important constraints of hot pepper production are low yielding variety usually grown by farmers and viral diseases one most destructive of which is cucumber mosaic virus (CMV). This virus can decrease pepper productivity up to 80% in the field. The solution for such problems is by means of highyielding and CMV tolerant cultivars. The grand objective of this reseacrh is to develop highyielding and CMV tolerant hybrid cultivars.

The results of the Year I research were (1) there were at least 10 CMV tolerant individuals in each BC2 population; (2) DNA finger print of the recurrent parents (PBC378 and PBC1354) were identified and used as a marker assisted selection (MAS); (3) selection with MAS on BC2 population resulted in the most recurrent parent resemblance individuals among CMV tolerant individuals. Genotype A24, A25, A29 of BC2A ([378/ [378/(378/1042)]-11]); B12, B37, B49 of BC2B ([378/ [378/(378/C1024)]-6]), and C16, C33, C34 of BC2C ([378/[378/(378/C1043)]-13]) were CMV tolerance and resemble to their recurrent parent PBC378. Genotypes D11, D33, D38 of BC2D ([1354/[1354/ (1354/C1043)]-18]); and E12, E20, E31 of BC2E ([1354/[1354/ (1354/C1024)]-4]) were CMV tolerance and resemble to their recurrent PBC1354. (4) BC3 seeds were produced as a result of the cross between the BC2 selected individuals and their recurrent parent. In the **Year II**, the research were (1) Selection on BC3 population for tolerance to CMV, (2) MAS selection on BC3 for genetic similarity to their recurrent parent, (3) Development of F4 (S1BC3) population, and (4) Selection for most CMV tolerance individual of S1BC3\*.

The result of Year II research were (1) there were five individuals identified tolerance to CMV and visually resemble to their recurrent parent on each BC3 population so that they were totally 75 individuals, namely B3A24-6, B3A24-8, B3A24-11, B3A24-18, B3A24-20, B3A25-1, B3A25-8, B3A25-13, B3A25-14, B3A25-22, B3A29-8, B3A29-13, B3A29-17, B3A29-22, B3A29-27, B3B12-1, B3B12-2, B3B12-4, B3B12-13, B3B12-25, B3B37-1, B3B37-3, B3B37-5, B3B37-9, B3B37-23, B3B49-10, B3B49-16, B3B49-30, B3B49-38, B3B49-40, B3C16-5, B3C16-12, B3C16-16, B3C16-21, B3C16-22, B3C33-5, B3C33-6, B3C33-7, B3C33-11, B3C33-13, B3C34-14, B3C34-18, B3C34-22, B3C34-24, B3C34-28, B3D11-3, B3D11-8, B3D11-13, B3D11-17, B3D11-18, B3D13-1, B3D13-2, B3D13-8, B3D13-10, B3D13-21, B3D38-4, B3D38-5, B3D38-6, B3D38-9, B3D38-10, B3E12-2, B3E12-5, B3E12-13, B3E12-17, B3E12-19, B3E20-11, B3E20-15, B3E20-20, B3E20-22, B3E20-32, B3E31-7, B3E31-11, B3E31-18, B3E31-19, and B3E31-26. (2) combining selection by MAS and morphological trait on previously selected BC3 individuals for CMV tolerance yielded 11 tolerance genotypes 99.8% identical to the recurrent parent PBC378 and 15 tolerance genotypes 99.7% identical to PBC1354. (3) 26 seed lots of selected S1BC3; and (4) selection on 15 S1BC3 seed lots resulted in 25 most tolerance individuals, they were S1B3A24-20-3,12; S1B3A29-13-2,15,19; S1B3A29-22- 8,14; S1B3B12-13 -4, 14; S1B3B37-

9-5, 12, 17; S1B3B12-25-1, 19, 24; S1B3C16-5- 13, 16, 18, 19; S1B3C16-16- 5, 12, 14; S1B3C34-18-1, 4, 14; S1B3D11-8- 8; S1B3E12-17-21; S1B3E20-22- 14; S1B3E31-19-1. The selected genotypes were the hybrid parents having additional CMV tolerance trait.

Genotypes produced in this research and CMV tolerance donor genotypes from previous research were valuable asset for the development of superior and CMV tolerance chilli hybrid cultivars, which were not many in commercial market. Therefore, further research is needed to develop superior hybrid cultivars continued by field and multilocation test for the developed hybrids.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah, berkat rahmat-Nya pelaksanaan penelitian dan penyusunan Laporan Tahun Kedua dapat penulis susun. Penggabungan sifat toleran CMV ke dalam tetua hibrida, pengembangan dan aplikasi MAS tetua recurrent merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang berjudul **”Perakitan Hibrida Unggul Toleran Virus Sebagai Upaya Mengatasi Serangan *Cucumber Mosaic Virus* pada Cabai Merah: Seleksi Menggunakan Marka Molekuler”**. Hasil akhir penelitian Tahun kedua ini adalah diperoleh individu-individu F4 (S1BC3) yang identik dengan tetua recurrent dan memiliki gen toleransi terhadap CMV homozigot.

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Dr. Ati S. Duriat, Bag. Virologi Balitsa Lembang, Bandung atas penyediaan inokulum CMV 02 RIV yang digunakan dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Lab Molekuler dan Elektroforesis (dulu RGCI) IPB beserta stafnya atas bantuan teknis dan fasilitas dalam analisis RAPD. Terima kasih juga disampaikan kepada Hestikasari SP untuk bantuan dalam pemeliharaan tanaman di Rumah Kaca.

Semoga laporan penelitian ini bermanfaat.

November 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
BAB II. KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. Kultivar Hibrida.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Cucumber Mosaic Virus pada Tanaman Cabai Merah.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Toleransi Tanaman terhadap CMV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Marker Assisted Selection (MAS).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. Studi Pendahuluan yang Sudah Dilakukan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1. Seleksi Populasi BC3 untuk Toleransi terhadap CMV .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Seleksi MAS Tetua Recurrent terhadap BC3 <sup>-f</sup> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Pembentukan Populasi Generasi Ke-4 (S1BC3) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4. Seleksi Populasi S1BC3* untuk Toleransi terhadap CMV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1. Seleksi Populasi BC3 untuk Toleransi terhadap CMV .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2. Seleksi MAS Tetua Recurrent terhadap BC3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3. Pembentukan populasi F4 (S1BC3) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4. Seleksi Populasi S1BC3* untuk Toleransi terhadap CMV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN .....	44
6.1. Simpulan.....	44
6.2. Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>





## DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Sasaran, luaran dan indikator capaian kegiatan penelitian Tahun II **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. Respon tingkat toleransi antar individu pada setiap populasi BC3 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. Daftar ukuran pita yang dihasilkan pada masing masing primer acak yang digunakan dalam karakterisasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. Rekapitulasi jumlah tanaman pada setiap tingkat gejala pada populasi S1BC3, 2 minggu setelah diinokulasi CMV02 RIV ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 5. Hasil pengamatan tingkat gejala pada populasi S1BC3, 2 minggu setelah diinokulasi CMV02 RIV ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Tingkat keparahan dari serangan patogen CMV pada masa pertumbuhan vegetatif tanaman cabai menyebabkan pertanaman mengalami kegagalan produksi (puso). Foto diambil di Cinangneng, Bogor..... 2
- Gambar 2. Ilustrasi seleksi dengan bantuan marka molekuler dalam backcross breeding untuk mengintrogresikan suatu gen ke individu tertentu ..... 5
- Gambar 3. Penampakan morfologi tanaman rentan (kanan) dan tanaman tahan (kiri) setelah diinokulasi CMV secara mekanik. Inokulasi dilakukan pada fase kotiledon, dan foto diambil pada umur 9 minggu setelah semai.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. Skema perakitan varietas hibrida unggul hasil tinggi dan toleran CMV**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5. Bagan alir tahapan penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6. Peremajaan sumber inokulum untuk inokulasi CMV. Bibit tembakau yg siap inokulasi (kiri), kondisi bibit tembakau yg terinfeksi CMV (tengah), bibit yang siap digunakan untuk sumber inokulum (kanan)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7. Penanaman benih dan keragaan pertumbuhan awal tanaman saat fase kotiledon ketika dilakukan inokulasi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8. Contoh tanaman yang tidak bergejala kontrol dan bergejala pada 4 minggu setelah inokulasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9. Contoh visual keragaan tanaman pada umur 4 minggu setelah inokulasi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11. Contoh hasil analisis RAPD pada individu BC3 dengan primer OPE-20 (atas) dan OPE-7 (bawah) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 12. Variasi karakteristik ukuran dan bentuk buah pada populasi BC3**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 13. Dendrogram keidentikan genetik individu populasi BC3A (PBC378/[PBC378/ {PBC378/(PBC378/C1024)]-11}- 24, 25, 29])dengan tetua recurrent PBC378 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 14. Dendrogram keidentikan genetik individu populasi BC3B (PBC378/[PBC378/ {PBC378/(PBC378/C1042)]-6]- 12, 37, 49])dengan tetua recurrent PBC378 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 15. Dendrogram keidentikan genetik individu populasi BC3C (PBC378/[PBC378/ {PBC378/(PBC378/C1043)]-13]- 16, 33, 34]) dengan tetua recurrent PBC378 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 16. Dendrogram keidentikan genetik individu populasi BC3D (PBC1354/[PBC1354/ {PBC1354/(PBC1354/C1043)]-18]- 11, 13, 38])dengan tetua recurrent PBC378 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 17. Dendrogram keidentikan genetik individu populasi BC3E (PBC1354/[PBC1354/ {PBC1354/(PBC1354/C1024)]-4]- 12, 20, 31])dengan tetua recurrent PBC378 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 18. Kondisi pertanaman dan buah hasil penyerbukan sendiri**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 19. Kondisi kecambah populasi S1BC3 saat inokulasi pertama dilakukan**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Draft Artikel ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Hasil pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun dan sekor gejala pada 4 MST (minggu setelah inokulasi) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Hasil karakterisasi marka molekuler hasil analisis RAPD pada populasi BC3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Hasil pengamatan karakter morfologi pada populasi BC3 **Error! Bookmark not defined.**

## BAB I. PENDAHULUAN

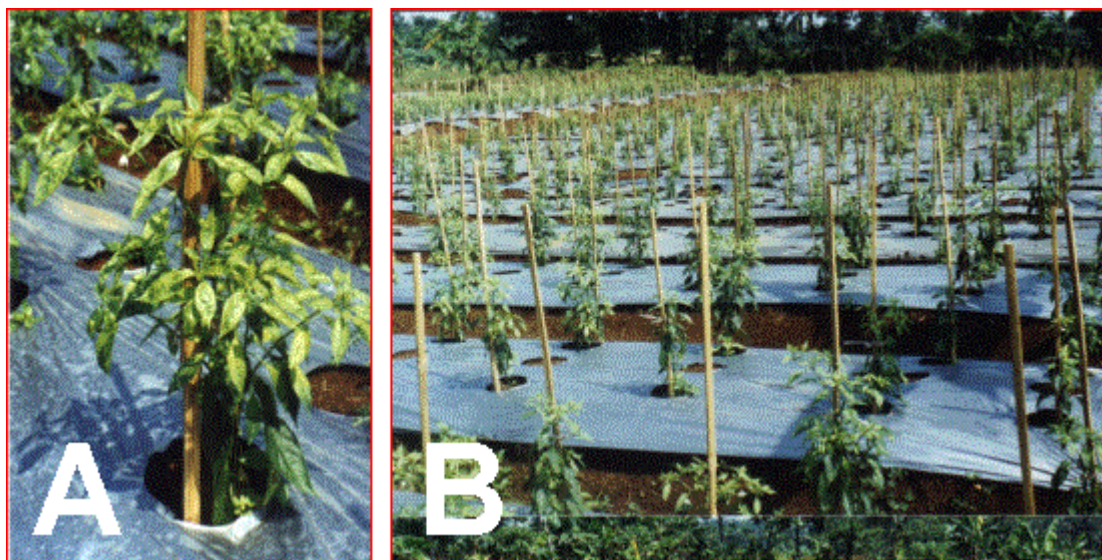
Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) adalah salah satu sayuran penting di Indonesia. Data statistik menunjukkan bahwa cabai merah mempunyai areal pertanaman yang terluas di antara tanaman sayuran yang diusahakan di Indonesia (BPS, 2007). Namun demikian produksi nasional hingga saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Sebagai contoh, pada tahun 2006 pemerintah Indonesia harus mengimpor produk cabai sebanyak 11.885,5 ton (BPS, 2007).

Produksi rata-rata cabai merah di Indonesia sekitar 6,3 ton per hektar (BPS, 2007) yang termasuk rendah dibandingkan dengan Cina (14,5 ton/ha) atau Spanyol (31,1 ton/ha) (Rubatzky dan Yamaguchi, 1997). Rendahnya produksi tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kualitas genetik varietas cabai yang ditanam mempunyai potensi produksi rendah dan karena serangan hama dan penyakit yang menyebabkan tanaman tidak mampu mencapai tingkat produksi potensialnya. Salah satu penyakit terpenting pada pertanaman cabai merah di lapangan adalah serangan *cucumber mosaic virus* (CMV) karena mampu menurunkan produktivitas tanaman hingga 80%.

Pada berbagai kasus diketahui kerugian akibat infeksi CMV dapat mencapai 100%, bila serangan dimulai pada fase pertumbuhan awal (**Gambar 1**). Gambar 1 merupakan representasi tingkat keparahan dari infeksi CMV di lapangan. Kondisi pertanaman yang diamati di lahan petani cabai desa Cinangneng, Kab. Bogor, menunjukkan kegagalan pertumbuhan tanaman cabai merah akibat serangan CMV yang parah. Sekalipun sudah dengan teknologi budidaya yang baik, kultivar hibrida komersial dari benih impor yang ditanam petani cabai tidak akan mampu berproduksi dengan baik jika terserang CMV.

Cucumber mosaic virus adalah patogen virus yang ditularkan oleh serangga sehingga sangat sulit untuk dikendalikan. Virus ini diketahui dapat hidup pada banyak jenis tanaman inang, baik tanaman budidaya maupun gulma yang ada di lapangan. Dengan demikian berbagai upaya teknologi budidaya untuk memutus siklus perkembangan CMV dan menghilangkan sumber inokulum di lapangan sangat sulit untuk dilakukan. Berbagai

teknologi yang dikembangkan untuk mengatasi infeksi CMV sampai saat ini belum ada yang terbukti efektif (Duriat et al., 1996).



Gambar 1. Tingkat keparahan dari serangan patogen CMV pada masa pertumbuhan vegetatif tanaman cabai menyebabkan pertanaman mengalami kegagalan produksi (puso). Foto diambil di Cinangneng, Bogor.

- (A). Contoh tanaman umur 50 hari setelah di lapang dengan serangan CMV yang sangat berat. Daun menjadi belang-belang dan keriting, serta tanaman menjadi kerdil.
- (B). Kondisi pertanaman cabai di lapangan saat terjadinya infeksi CMV. Seluruh tanaman yang ada menjadi terserang CMV karena penyebaran virus ini dapat terjadi sangat cepat dengan bantuan serangga. Dalam waktu yang singkat, pertanaman cabai seluas dua hektar terserang CMV sehingga menyebabkan kerugian puluhan juta rupiah bagi petani.

Metode pengendalian yang paling praktis dan bisa diharapkan keberhasilannya untuk patogen CMV adalah dengan menggunakan kultivar cabai yang resisten. Kultivar cabai yang resisten dapat mencegah infeksi CMV kapanpun patogen ini akan menginfeksi pertanaman, penerapannya tidak memerlukan keahlian khusus dan tidak memerlukan tambahan biaya sehingga relatif murah, serta ramah terhadap lingkungan (tidak menyebabkan polusi). Oleh karena itu kegiatan penelitian diarahkan pada upaya merakit kultivar cabai unggul yang resisten terhadap infeksi CMV, yang diharapkan akan dapat mengatasi permasalahan serangan penyakit akibat CMV di lapangan.

Alternatif solusi bagi permasalahan tersebut adalah penggunaan varietas hibrida berdaya hasil tinggi yang sekaligus memiliki sifat toleran terhadap CMV. Sifat genetik daya hasil tinggi dari hibrida secara potensial mampu meningkatkan produksi pada kondisi yang diinginkan. Sifat toleran terhadap serangan CMV berguna untuk mengantisipasi serangan virus tersebut di lapangan. Dengan varietas hibrida yang memiliki karakteristik seperti itu diharapkan kendala peningkatan produktivitas cabai merah dapat teratasi. Oleh karena itu penelitian ke arah perakitan hibrida unggul berdaya hasil tinggi sekaligus toleran CMV sangat penting untuk dilakukan.

Dalam penelitian sebelumnya, telah dilakukan studi terhadap potensi heterosis persilangan berbagai galur koleksi dan diperoleh beberapa hibrida F1 cabai yang memiliki potensi daya hasil dan keragaan buah yang sebanding dengan kultivar hibrida komersial yang berasal dari benih impor. Namun demikian, galur hibrida F1 tersebut ternyata masih juga rentan terhadap infeksi CMV. Kegiatan penelitian Strategis Nasional ini dilakukan dalam rangka menambahkan karakter toleran terhadap CMV sehingga pada akhirnya dapat dikembangkan hibrida unggul dalam negeri yang memiliki daya hasil tinggi dan toleran terhadap infeksi CMV.

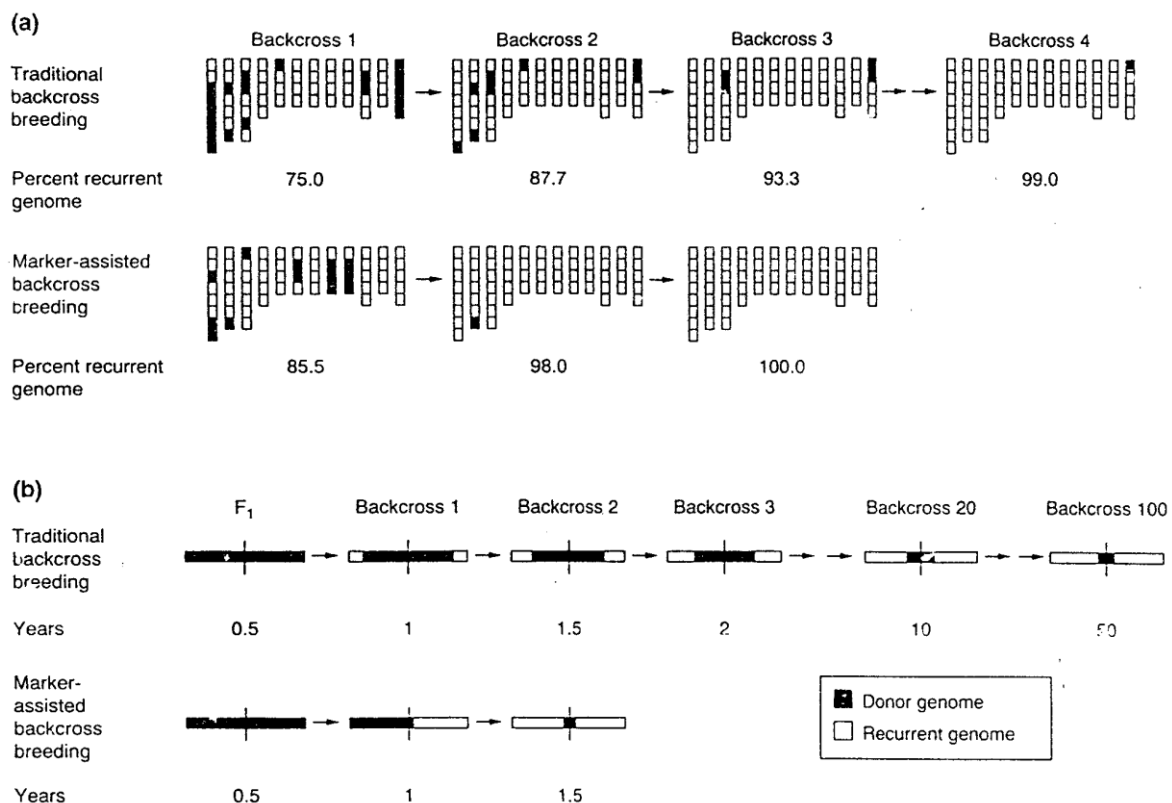
Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya juga telah berhasil diidentifikasi plasma nutfah cabai yang membawa gen ketahanan terhadap CMV. Aksi gen pengendali sifat ketahanan terhadap CMV pada plasma nutfah (tetua donor P1, rr) tersebut juga telah diketahui, yaitu dikendalikan oleh gen yang sifatnya resesif (gen rr) (Herison, 2002). Dalam penelitian Strategis Nasional ini dilakukan kegiatan transfer gen ketahanan tersebut dari tetua donor P1 ke tetua-tetua yang digunakan untuk menghasilkan galur cabai hibrida harapan (tetua recurrent P2, RR) melalui hibridisasi. Pemindahan gen rr ke tetua recurrent sehingga menghasilkan tetua recurrent yang toleran CMV (P2, rr) merupakan langkah awal untuk merakit kultivar hibrida F1 unggul yang berdaya hasil tinggi sekaligus toleran terhadap CMV.

Upaya pemindahan gen-gen pengendali ketahanan dari tetua donor P1 (rr) ke tetua recurrent P2 (RR) dilakukan dengan metode backcross (silang-balik). Langkah-langkah prinsip dalam metode silang-balik ini adalah: (1) menyilangkan tetua donor dengan tetua recurrent, (2) membuat silang-balik dengan tetua recurrent, dan (3) mengidentifikasi

individu hasil silang balik sehingga diperoleh individu BC1 terpilih. Kegiatan silang-balik dan identifikasi individu BC turunan silang balik tersebut harus dilakukan secara berulang-ulang hingga beberapa generasi (10-15 generasi backcross). Pada akhir kegiatan silang-balik, individu terpilih yang terakhir disilang-dalamkan (selfing) untuk mendapatkan tetua P2 baru yang tahan CMV dan genetiknya dalam keadaan homosigot. Individu terpilih tersebut disebut sebagai tetua P2\* (rr), yang tahan terhadap CMV. Dengan pendekatan menggunakan teknik konvensional, kegiatan backcross breeding tersebut akan memakan waktu yang sangat lama karena gen resistensi terhadap CMV tersebut dikendalikan oleh gen resesif.

Meskipun secara teoritis metode ini memungkinkan untuk dilakukan, tetapi dalam prakteknya memerlukan waktu sangat lama dan volume pekerjaan yang sangat besar karena harus dilakukan backcross berulang-ulang hingga 10 - 15 kali. Oleh karena itu diperlukan bantuan teknik lain agar tujuan program backcross breeding yang dilakukan tersebut lebih cepat tercapai dan lebih efektif. Penggunaan marka molekuler diharapkan dapat membantu program tersebut. Untuk itu perlu dikembangkan marka molekuler untuk tanaman cabai sehingga dapat mempercepat identifikasi kembali individu yang sifatnya sama dengan tetua reccurent tetapi mempunyai gen (rr), yang diharapkan dapat tercapai melalui dua kali generasi backcross.

Marka molekuler dapat digunakan untuk membantu dan menggantikan daur backcross dan uji progeni yang harus dilakukan 10-15 kali jika digunakan metode konvensional. Dengan penerapan marka molekuler, individu terpilih dapat dihasilkan melalui dua atau tiga kali backcross dan satu kali selfing (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi seleksi dengan bantuan marka molekuler dalam backcross breeding untuk mengintrogresikan suatu gen ke individu tertentu. Hanya dalam 2 daur *backcross*, telah dapat diperoleh kembali lebih dari 95% performansi tetua *recurrent* (Ribaut dan Hoisington, 1998)

Pada persilangan antara tetua P1 (rr) yang tahan CMV dan tetua P2 (RR) yang rentan akan terbentuk F1 yang memiliki konstitusi genetik gabungan kedua tetuanya (F1, Rr). Ketika dilakukan silang balik antara F1 (Rr) dengan tetua *recurrent* P2 (RR) maka turunan hasil silang baik ini akan mengelompok ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok individu-individu BC1 yang memiliki genotipe serupa dengan tetua *recurrent* P2 (BC1, RR) dan kelompok individu-individu BC1 yang serupa dengan P2 tetapi heterosigot untuk gen ketahanannya terhadap CMV (BC1, Rr). Kedua kelompok tersebut memiliki sifat fenotipik rentan terhadap CMV. Dengan menguji keturunan (uji progeni) dari individu BC1-nya, individu BC1 (RR) akan dapat dipisahkan dari individu BC1 (Rr).

Pada individu BC1 dalam kelompok kedua akan dapat dicari individu BC1 terpilih yang genomnya sama seperti P2, tetapi mendapatkan tambahan gen rr dari tetua donor P1. Dalam hal ini, individu BC1 terpilih akan mempunyai genom 99.9 % sama dengan genom



tetua P2 tetapi membawa gen rr. Namun demikian hal tersebut sangat sulit diperoleh karena peluangnya sangat kecil. Untuk itu dalam penelitian ini backcross dilakukan hingga BC3 dimana pada setiap generasi dilakukan seleksi individu BC yang paling identik terhadap tetua recurrent tetapi membawa gen toleran CMV. Penentuan individu BC yang identik dengan tetua recurrent digunakan marka molekuler dan sifat morfologis tanaman.

Apabila transfer gen ketahanan dari tetua P1 (rr) ke tetua P2 (RR) melalui metode silang balik berhasil dilakukan dalam waktu singkat sehingga terbentuk tetua P2\* (rr), maka kultivar hibrida berdaya hasil tinggi sekaligus tahan terhadap CMV akan dapat segera dihasilkan dengan melakukan persilangan antara tetua donor P1 (rr) dengan tetua P2\* (rr).

## BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Simpulan

1. Populasi BC3 menunjukkan segregasi respon toleransi terhadap CMV dari toleran hingga agak peka. Tidak ada satupun genotipe yang menunjukkan respon sangat toleran (skor gejala 0).
2. Seleksi menggunakan marka molekuler dan karakter morfologi terhadap individu-individu BC3 toleran toleran CMV dapat dihasilkan individu BC3 yang memiliki keidentikan genetik hingga 99.9% dengan tetua recurrentnya. Genotipe tersebut adalah genotipe identik tetua recurrent sekaligus toleran CMV.
3. Selfing terhadap individu toleran CMV yang identik terhadap tetua recurrent dan toleran CMV (S1BC3) menghasilkan segregasi tingkat toleransi CMV dari sangat toleran hingga peka.
4. Seleksi terhadap populasi S1BC3 menghasilkan genotipe yang identik tetua recurrent sekaligus sangat toleran CMV, dengan konstitusi gen toleran CMV homozigot, yaitu S1B3A24-20-3,12; S1B3A29-13-2,15,19; S1B3A29-22- 8,14; S1B3B12-13 -4, 14; S1B3B37-9-5, 12, 17; S1B3B12-25-1, 19, 24; S1B3C16-5- 13, 16, 18, 19; S1B3C16-16- 5, 12, 14; S1B3C34-18-1, 4, 14; S1B3D11-8- 8; S1B3E12-17-21; S1B3E20-22-14; S1B3E31-19-1. Genotipe tersebut adalah genotipe tetua recurrent yang telah mendapatkan tambahan sifat toleran CMV ( $PBC378^{rr(C1024)}$ ,  $PBC378^{rr(C1042)}$ ,  $PBC378^{rr(C1043)}$ ,  $PBC1354^{rr(1024)}$ , atau  $PBC1354^{rr(1043)}$ )

### 6.2. Saran

Genotipe ( $PBC378^{rr(C1024)}$ ,  $PBC378^{rr(C1042)}$ ,  $PBC378^{rr(C1043)}$ ,  $PBC1354^{rr(1024)}$ , atau  $PBC1354^{rr(1043)}$ ) adalah salah satu tetua hibrida yang telah mendapatkan tambahan sifat toleransi terhadap CMV. Genotipe tersebut ditambah dengan genotipe donor CMV yang dihasilkan dalam rangkaian penelitian sebelumnya adalah aset yang sangat berharga dalam perakitan hibrida unggul toleran CMV, yang hingga saat ini belum ada di pasaran. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilanjutkan dengan perakitan hibrida unggul toleran CMV yang dilanjutkan dengan pengujian lapang dan multilokasi hibrida yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Archak, S. 2000. Plant DNA fingerprinting: an overview. <http://agbiotech.net.com/Reviews.asp?> [diakses 4 Januari 2009]
- Black, L.L., S.K. Green, G.L. Hartman, and J.M. Poulos. 1991. Pepper Diseases. A field guide. AVRDC. 98 p.
- BPS. 2007. Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-buahan di Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Cahill, D.J. and D.H. Schmidt. 2004. Use of Marker Assisted Selection in a Product Development Breeding Program. "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia.
- Crosby, K.M. 2008. Pepper. In J.Prohens, F. Nuez and M.J.Carena (Eds). Handbook of Plant Breeding. Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae. Springer Science+Business Media LLC. New York.
- Davies, J., Berzonsky, W. A. and G.D. Leach 2006. A comparison of marker-assisted and phenotypic selection for high grain protein content in spring wheat. *Euphytica* 152: 117-134.
- Dumeke, T. and R.P. Adam . 1994. The use of PCR-RAPD analysis plant taxonomy and evolution. p. 179-191. In Griffin , H.G., and A.M. Griffin (Eds.). PCR Technology Current Innovations. CRC Press. Inc. London.
- Duriat, A.S. 1996. Management of pepper viruses in Indonesia: problem and progress. *IARD J.* 18(3):45-50.
- Eliyanti, Rustikawati, C. Herison dan Sudarsono. 2004. Kajian daya gabung dan heterosis dalam rangka perakitan kultivar hibrida cabai merah. Prosiding Simposium Nasional Peripi di Balitro Bogor 5 – 7 Agustus.
- Ender, M., K. Terpstra and J. D. Kelly. 2008. Marker assisted selection for white mold resistance in common bean. *Mol. Breeding.* 2: 149-157.
- Fehr, W.R. 1987. Principle of Cultivar Development. Theory and Technique. Vol. I. MacMillan Pub. Co. New York. 536p.
- Green, S.K. 1991. Guideline for diagnostic work in plant virology. Technical Bulletin No. 15. 2<sup>nd</sup> Ed. AVRDC. 63p.
- Green, S.K. and J.S. Kim. 1991. Characteristic and Control of Viruses Infecting Peppers: A Literature Review. AVRDC. Technical Bull. 18.
- Green, S.K. and J.S. Kim. 1994. Sources of resistance to viruses of pepper (*Capsicum* spp.): A catalog. AVRDC. Tech. Bull. 20.
- Herison, C., Rustikawati, dan Sudarsono. 2004. Kajian genetik ketahanan terhadap CMV pada cabai merah persilangan C1037 x CA80867 dan C1043 x CA80867. (Poster). Simposium Nasional Peripi di Balitro Bogor 5 – 7 Agustus.

- Herison, C., Rustikawati, dan Sudarsono. 2002. Studi Potensi Heterobeltiosis pada Persilangan Beberapa Galur Cabai Merah (*Capsicum annum* L). *Buletin Agronomi IPB Juli 2002*
- Herison, C., Rustikawati, dan Sudarsono. 2003. Screening of 69 hot pepper lines for resistance against Cucumber Mosaic Virus by mechanical inoculation. *Capsicum and Eggplant Newsletter 22:111-114*.
- Herison, C., Rustikawati, dan Sudarsono. 2004. Genetic nature of resistance against Cucumber Mosaic Virus in hot pepper. *Capsicum and Eggplant Newsletter 23:111-114*
- Herison, C., Rustikawati, Eliyanti dan Sudarsono. 2003. Penentuan protokol yang tepat untuk menyiapkan DNA genom cabai (*Capsicum* sp). *Akta Agrosia 6(2):38-43*
- Klein-Lankhorst, R.M., A. Vermunt, R. Weide, T. Liharska and P. Zabel. 1991. Isolation of molecular markers for tomato (*L. esculentum*) using random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Theor Appl Genet.* 83:108-114.
- Matthews, R.E.F. 1991. *Plant Virology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Academic Press Inc. New York. 835p.
- Mun, H.Y., M.R. Park, H.B. Lee and K.H. Kim. 2008. Outbreak of Cucumber mosaic virus and Tomato spotted wilt virus on Bell Pepper Grown in Jeonnam Province in Korea. *Plant Pathol. J.* 24(1) : 93-96.
- Niks, R.E., P.R. Ellis, and J.E. Parlevliet. 1993. Resistance to Parasites. *In* M.D. Hayward, N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.). *Plant Breeding. Principles and Prospects*. Chapman and Hall. London. pp.442-447. aPrince, J.P., V.K. Lackney, C. Angeles, J.R. Blauth, and M.M. Kyle. 1995. A survey of DNA polymorphism within the genus *Capsicum* and the fingerprinting of pepper cultivars. *Genome*, 38: 224-231.
- Rahman, L., M.S. Khanam and H. Koh. 2008. QTL Analysis for Yield Related Traits Using Populations Derived from an indica-japonica Hybrid in Rice (*Oryza sativa* L.). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 44, (3): 93-104
- Rubatzky, V.E., and M. Yamaguchi. 1997. *World Vegetables: Principles, Production and Nutritive Values*. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman & Hall. USA. 843p
- Rustikawati, C. Herison dan Sudarsono. 2006. Kevirulenan Beberapa Strain Cucumber Mosaic Virus (CMV) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Akta Agrosia 9(1):12-18*
- Ryu, J.G., S.J. Ko, Y.H. Lee, M.K. Kim, K.H. Kim, H.T. Kim and H.S. Choi. 2009. Incidence and Distribution of Virus Diseases on Paprika (*Capsicum annum* var. *grossum*) in Jeonnam Province of Korea. *Plant Pathol. J.* 25(1) : 95-98
- Saidi, M. and S. Warade. 2008. Tomato Breeding for Resistance to *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV): an Overview of Conventional and Molecular Approaches. *Review. Czech J. Genet. Plant Breed.* 44(3): 83-92
- Sambrook, J., E.F. Fritsch, and T. Maniatis. 1989. *Molecular Cloning*. 2<sup>nd</sup> Ed. Cold Spring Harbor Lab. Press. Cold Spring Harbor, New York. 489p.

- Sanghai-Maroot, M.A., K.M. Soliman, R.A. Jorgensen, and R.W. Allard. 1984. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamic. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 36:186-192.
- Sari, C.I.N., R. Suseno, Sudarsono, dan M. Sinaga. 1997. Reaksi sepuluh galur cabai terhadap infeksi isolat CMV dan PVY asal Indonesia. *Prosiding Kongres Nasional dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Palembang, 27-29 Oktober 1997. hal. 116-117.
- Towner, P. 1991. Purification of DNA. pp47-68. In T.A. Brown (Ed). *Essential Molecular Biology. A Practical Approach*. Oxford Univ. Press. New York.
- Waldron, J., C.P.Peace, I.R.Searle, A. Furtado, N.Wade, I.Findlay, M.W. Graham, and B.J. Carroll. 2002. Randomly Amplified DNA Fingerprinting: A Culmination of DNA Marker Technologies Based on Arbitrarily-Primed PCR Amplification. *J Biomed Biotechnol.* 2(3): 141–150.
- Wechter, W.P., M.P. Whitehead, C.E. Thomas, and R.A. Dean. 1995. Identification of Randomly Amplified Polymorphic DNA marker linked to the *Fom 2* Fusarium wilt resistance gene in muskmelon MR-1. *The American Phytopathological Society*. 1245-1249
- Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Ravalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are usefull as genetic markers. *Nucleic Acid Research* 18(22): 6531-6535