Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan 11(2):56-61 (1999)
*Bulletin of Plant Pests and Diseases*, ISSN 0854-3836



# VARIASI BIOLOGI DAN MOLEKULER STRAIN-STRAIN PStV (*peanut stripe virus*) YANG DIISOLASI DARI BERBAGAI LOKASI PENANAMAN KACANG TANAH DI INDONESIA

Hasriadi Mat Akin[1], Sudarsono[2], dan Rusmilah Suseno[3]

[1] Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, [2] Jurusan Budidaya Pertanian, [3] Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

## ABSTRACT

**Biological and molecular variability among PStV (peanut stripe virus) strains isolated from various peanut growing areas in Indonesia**

*Biological and molecular variability among PStV (peanut stripe virus) strains isolated from various peanut growing areas in Indonesia was studied based on their pathogenicity and coat protein genes. Six strains of PStV causing different types of symptoms on peanut leaves were used to study biological and molecular variability among these strains. Biological variability of the PStV strains was evaluated based on their pathogenicity on peanut cultivars, Gajah and Landak. While analysis of the coat protein gene was used to study the molecular variability of PStV strains. Based on their pathogenicity, six PStV strains could be grouped into three groups, medium, strong, and very strong strains. Analysis of a coat protein gene showed the variability of the PStV strains were 0-2.1% based on nucleotide sequence and 0-1.4% based on predicted amino acid sequence. There was no correlation between biological and molecular variability.*

**Key word**: peanut stripe virus, strain, pathogenicity, biological and molecular variability

## RINGKASAN

**Variasi biologi dan molekuler strain-strain PStV (*peanut stripe virus*) yang diisolasi dari berbagai lokasi penanaman kacang tanah di Indonesia**

*Variabilitas biologi dan molekuler strain-strain PStV (peanut stripe virus) yang diisolasi dari berbagai areal penanaman kacang tanah di Indonesia telah dilakukan berdasarkan patogenisitas dan gen penyandi protein (gen cpPStV). Dalam penelitian ini digunakan enam strain PStV yang menyebabkan tipe gejala yang berbeda pada kacang tanah. Variabilitas biologi dari strain-strain PStV diamati berdasarkan patogenisitasnya pada kacang tanah kultivar Gajah dan Landak. Sedangkan variasi molekuler diamati berdasarkan hasil analisis runutan nukleotida gen penyandi protein selubung PStV. Berdasarkan patogenisitasnya strain-strain PStV dapat dibagi menjadi strain sedang, kuat, dan sangat kuat. Analisis gen penyandi protein selubung (cpPStV) digunakan untuk mengetahui variasi molekuler strain-strain PStV. Berdasarkan runutan nukleotida gen cpPStV variabilitas di antara strain-strain PStV berkisar antara 0-2,1%; sedangkan berdasarkan runutan asam amino protein selubung (CP-PStV) variabilitasnya antara 0-1,4%. Tidak terdapat korelasi antara variasi patogenisitas dan molekuler strain-strain PStV.*

**Kata kunci**: peanut stripe virus, strain, pathogenicity, biological and molecular variability

---

## PENDAHULUAN

*Peanut Stripe Virus* (PStV) berbentuk batang lentur (*flexious rod)* dan berukuran 12 x 752 nm. PStV adalah salah satu spesies dari genus *potyvirus,* dan famili *potyviridae* (Francki dkk 1991). Virion terdiri atas satu utas RNA (ssRNA) dengan bobot molekul (BM) 3100 kDa dan protein selubung yang terdiri atas subunit-subunit protein dengan BM 31 kDa (Demski dkk 1984). Genom PStV terdiri atas 10059 nt (nukleotida) tidak poli-A pada terminal 3' RNA. Pada ujung bagian 5' genom RNA terdapat protein (VPg) yang terikat secara kovalen pada RNA (Gunashinghe dkk 1994). Genom PStV tersebut terdiri atas satu *open reading frame* (ORF) yang meliputi 95% dari total RNA PStV. Kodon awal terletak pada nukleotida 134-136 dan kodon stop pada nukleotida 9768-9770 nukleotida dari ujung bagian 5'RNA PStV (Gunashinghe dkk 1994).

Penyakit belang (*blotch disease*) yang disebabkan oleh PStV merupakan penyakit penting dan secara ekonomi sangat merugikan dalam budidaya kacang tanah (Saleh dkk 1989). Hasil-hasil penelitian di berbagai lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa besarnya penurunan hasil kacang tanah akibat infeksi PStV berbeda-beda antara lokasi yang satu dengan lokasi yang lain. Penurunan hasil kacang tanah akibat infeksi PStV yang dilaporkan dari berbagai lokasi di Indonesia berkisar antara 15-70% (Saleh & Baliadi, 1990; Wakman dkk 1989). Perbedaan penurunan hasil tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan strain PStV, kondisi lingkungan atau kultivar kacang tanah yang ditanam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi biologi dan molekuler strain-strain PStV yang diisolasi dari berbagai lokasi penanaman kacang tanah di Indonesia. Variasi biologi diamati berdasarkan variasi patogenisitas dari masing-masing strain PStV pada kacang tanah. Sedangkan variasi molekuler diamati berdasarkan analisis runutan nukleotida gen protein selubung PStV (*cp*PStV) dan runutan asam amino protein selubung PStV (CP-PStV).

## BAHAN DAN METODE

### Strain dan Asal Strain PStV

Dalam penelitian ini digunakan enam strain PStV yang telah dikarakterisasi oleh Akin & Sudarsono (1997). Strain-strain PStV tersebut diisolasi dari berbagai daerah di Indonesia (Tabel 1).

### Variasi Biologi Strain-strain PStV

Variasi biologi strain-strain PStV diamati berdasarkan patogenisitasnya pada kacang tanah. Patogenisitas strain-strain PStV diukur berdasarkan pengaruh infeksinya terhadap hasil kacang tanah kultivar Gajah dan Landak. Pengelompokan strain-strain PStV ke dalam kelompok strain lemah, sedang, kuat, dan sangat kuat didasarkan atas persentase penurunan hasil kacang tanah yang terinfeksi. Strain PStV digolongkan ke dalam **strain lemah** jika menyebabkan penurunan hasil antara 0-15% (tidak berbeda nyata dengan kontrol); **strain sedang** jika menyebabkan penurunan hasil antara >15-25%; **strain kuat** jika menyebabkan penurunan hasil antara: >25-35%; **strain sangat kuat** jika menyebabkan penurunan hasil >35%.

**Percobaan 1.** Percobaan ini dilakukan di Rumah Kaca, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB dari bulan Maret sampai Juli 1997. Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan (6 inokulasi strain-strain PStV dan 1 kontrol). Setiap perlakuan diulang lima kali dan masing-masing ulangan terdiri atas lima polibeg dan setiap polibeg terdiri atas dua tanaman. Kultivar kacang tanah yang digunakan adalah kultivar Gajah. Peubah yang diamati adalah bobot brangkasan kering, jumlah polong isi, bobot polong isi, dan bobot biji kering per tanaman. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 95 hari setelah tanam (HST). Data dianalisis dengan sidik ragam dan perbedaan nilai tengah ditentukan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

Benih kacang tanah ditanam dalam polibeg (35 x 35 cm) berisi 7 kg media tanam campuran tanah latosol, pasir, dan pupuk kandang (2:1:1). Pupuk urea (0,4 gr/polibag), SP-36 (0,5 g/polibag), dan KCl (0,4 g/polibag) serta Furadan 3G diberikan bersamaan pada saat tanam. Inokulasi dilakukan secara mekanik saat tanaman berumur 10 HST. Inokulasi dilakukan dengan cara mengoleskan sap daun kacang tanah yang terinfeksi PStV pada permukaan atas daun kacang tanah yang telah ditaburi carborundum 600 mesh

**Percobaan-2.** Percobaan ini dilakukan di Rumah Kaca, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB dari bulan April sampai Agustus 1997. Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan (6 inokulasi strain-strain PStV dan 1 kontrol). Setiap perlakuan diulang lima kali dan masing-masing ulangan terdiri atas lima polibag. Kultivar kacang tanah yang digunakan adalah kultivar Landak. Peubah

Tabel 1. Strain dan asal strain PStV yang digunakan untuk mempelajari variasi biologi dan molekulernya

| Strain PStV | No. Isolat | Tipe Gejala pada Kacang tanah kultivar Landak | Asal strain PStV |
|---|---|---|---|
| PStV-Im | IPS1 | *mild mottle* | Bengkulu/Bengkulu |
| PStV-Ib | IPS9 | *Blotch* | Yogyakarta/DIY |
| PStV-Ibs | IPS5 | *Blotch-stripe* | Bandar Lampung/Lampung |
| PStV-Isb | IPS14 | *Severe blotch-stripe* | Palangkaraya/Kalimantan Tengah |
| PStV-Icr | IPS7 | *Chlorotic ring-mottle* | Manokwari/Irian Jaya |
| PStV-Is | IPS15 | *Stripe* | Bogor/Jawa Barat |

yang diamati meliputi bobot brangkasan kering dan biji kering per tanaman. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 85 hari setelah tanam (HST). Analisis data, prosedur penanaman kacang tanah, dan inokulasi PStV dilakukan seperti percobaan pertama.

**Variasi Molekuler Strain-strain PStV**

Analisis runutan nukleotida gen penyandi protein selubung PStV (*cp*PStV) dan runutan asam amino protein selubung (CP-PStV) dilakukan untuk mengetahui variasi molekuler di antara strain-strain PStV yang menunjukkan gejala penyakit yang berbeda.

Sintesis cDNA dari bagian 3' genom RNA-PStV yang meliputi sebagian sistron *nib* (*nuclear inclusion body*), *cp*PStV, dan 3'UTR dilakukan dengan teknik RT-PCR mengikuti tahap-tahap yang telah diuraikan oleh Akin (1998). Hasil amplifikasi RT-PCR berupa cDNA 1,2 Kb (*kilobase*) dimurnikan mengikuti prosedur *QIAprep spin Kit* (QIAGEN) dan diligasikan dengan plasmid vektor pGEM-T Easy (Promega). Plasmid rekombinan ditransformasi ke *Escherichia coli* Dh5 $\alpha$ dan dikulturkan pada media seleksi LB yang mengandung ampisilin (100 $\mu$g/l), X-gal (0,8 mg/l), dan IPTG (0,8 mg/l).

Perunutan nukleotida cDNA 3' genom RNA-PStV dilakukan mengikuti prosedur *BigDye Terminator Kit* (Perkin Elmer). Analisis runutan nukleotida *cp*PStV dilakukan menggunakan program *Sequencher Version* 3,0. Runutan asam amino protein CP-PStV diprediksi dengan program ANGIS (*Australian National Genomic Information Service*) berdasarkan runutan nukleotida *cp*PStV. Runutan nukleotida gen *cp*PStV dan asam amino protein CP-PStV dianalisis dengan analisis multipasangan menggunakan program CLUSTAL W (Thomson dkk. 1994).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Variasi Biologi Strain-strain PStV**

Variasi biologi strain-strain PStV diamati berdasarkan patogenisitasnya pada kacang tanah kultivar Gajah dan Landak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat variasi patogenisitas strain-strain PStV pada kedua kultivar kacang tanah yang diinokulasi. Variasi patogenisitas strain-strain PStV pada kultivar Gajah dan Landak dapat digolongkan menjadi strain sedang, kuat, dan sangat kuat (Tabel 2).

Infeksi PStV pada kultivar Gajah menyebabkan penurunan hasil antara 22,17% (PStV-Im) sampai 35,04% (PStV-Isb); sedangkan pada kultivar Landak penurunan hasilnya berkisar antara 20,27% (PStV-Im) sampai 44,74% (PStV-Is). Berdasarkan kriteria pengelompokan strain PStV yang telah ditetapkan, maka pada kultivar Gajah terdapat dua strain sedang (PStV-Im, PStV-Icr), tiga strain kuat (PStV-Ib, PStV-Ibs, PStV-Is), dan satu strain sangat kuat (PStV-Icb). Sebaliknya pada kultivar Landak terdapat satu strain sedang (PStV-Im), dua strain kuat (PStV PStV-Isb, PStV-Icr), dan tiga strain sangat kuat (PStV-Ib, PStV-Ibs, PStV-Is).

Pada umumnya strain-strain PStV menunjukkan patogenisitas yang berbeda pada kultivar Gajah dan Landak kecuali PStV-Im menunjukkan patogenisitas yang sama pada kedua kultivar kacang tanah yaitu sedang. Tidak terdapat strain PStV yang dapat dikelompokkan ke dalam strain lemah pada kedua kultivar menggambarkan bahwa kedua kultivar kacang tanah tersebut tidak memiliki gen resistensi terhadap PStV. Hal ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa tidak terdapat satupun kultivar kacang tanah yang tahan terhadap PStV dari 11,000 genotipe kacang tanah koleksi ICRISAT(*International Crops*

*Reseach Institute for Semi-Arid Tropics*) yang diuji di Indonesia (Saleh & Baliadi, 1988).

Variasi patogenisitas strain-strain PStV juga diamati berdasarkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif kacang tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi PStV mengakibatkan terjadinya penghambatan pertumbuhan vegetatif kacang tanah yang ditunjukkan oleh penurunan bobot berangkasan kering tanaman (Tabel 3). Penurunan pertumbuhan vegetatif kacang tanah untuk kulivar Gajah berkisar antara 14,51 % (PStV-Isb) sampai 28,15% (PStV-Is, PStV-PStV-Icr); untuk kultivar Landak penurunannya berkisar antara 16,24% (PStV-Ib) sampai 30,12% (PStV-Icr).

Infeksi strain-strain PStV menyebabkan penurunan pertumbuhan kedua kultivar kacang tanah kecuali PStV-Isb. Infeksi PStV-Isb pada kacang tanah cv. Gajah ternyata tidak menimbulkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif yang ditunjukkan oleh bobot berangkasan kering tanaman. Sebaliknya PStV-Isb berpengaruh terhadap pertumbuhan generatif tanaman kacang tanah cv Gajah yang ditunjukkan oleh penurunan hasil yang nyata dibandingkan dengan tanaman sehat. Hasil penelitian Akin & Sudarsono (1997) menunjukkan bahwa infeksi PStV mengakibatkan terjadinya penurunan kandungan klorofil daun kacang tanah. Penurunan kandungan klorofil akan menurunkan hasil fotosintesis. Penurunan hasil fotosintesis akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif kacang tanah berkurang.

**Variasi Molekuler Strain-strain PStV**

Runutan nukleotida gen *cp*PStV terdiri atas 861 nt dan protein selubung (CP-PStV) terdiri atas 287 asam amino. Hasil analisis runutan nukleotida gen *cp*PStV dan asam amino protein CP-PStV menunjukkan adanya variasi dari masing-masing strain-strain PStV. Analisis runutan nukleotida gen *cp*PStV menunjukkan bahwa variasi perbedaan di antara strain-strain PStV berkisar antara 0-2,1%; sedang berdasarkan analisis runutan asam amino variasinya berkisar antara 0-1,4% (Tabel 4).

Hasil penelitian ini menujukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara variasi patogenisitas dan molekuler strain-strain PStV. Strain PStV-Ib dan PStV-Icr yang secara molekuler mempunyai runutan nukleotida dan asam amino yang sama tetapi memperlihatkan karakter patogenisitas yang berbeda. Hasil penelitian Akin dan Sudarsono (1997) juga memperlihatkan bahwa kedua strain tersebut menunjukkan karakter gejala penyakit yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa karakter patogenisitas PStV dan gejala penyakit tidak dikendalikan oleh gen *cp*PStV tetapi dikendalikan oleh gen-gen lain yang terdapat dalam genom PStV.

Beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan korelasi antara patogenisitas virus tumbuhan dan faktor genetika virus antara lain dilaporkan oleh Broglio (1995) yang menunjukkan bahwa mutasi titik pada salah satu gen VI dari CaMV (*cauliflower mosaic virus*) dapat merubah gejala dan menghilangkan atau mengurangi patogenisitas CaMV pada beberapa tanaman inang. Sebaliknya.

Tabel 2. Variasi patogenisitas strain-strain PStV pada kultivar Gajah dan Landak

| Kode Strain | No. Isolat | Penurunan Hasil (%) (cv. Gajah) | Patogenisitas PStV (cv. Gajah) | Penurunan Hasil (%) (cv. Landak) | Patogenisitas PStV (cv. Landak) |
|---|---|---|---|---|---|
| Kontrol | - | 0,00 (8,66a) | - | 0,00 (9,99a) | - |
| PStV-Im | IPS1 | 22,17 (6,68b) | Sedang | 20,27 (7,97b) | Sedang |
| PStV-Ib | IPS9 | 32,38 (5,58cd) | Kuat | 35,15 (6,48c) | Sangat Kuat |
| PStV-Ibs | IPS5 | 33,22 (5,80cd) | Kuat | 35,65 (6,41c) | Sangat Kuat |
| PStV-Isb | IPS14 | 35,04 (5,62cd) | Sangat Kuat | 30,41 (6,98bc) | Kuat |
| PStV-Icr | IPS7 | 24,05 (6,68cd) | Sedang | 34,44 (6,56bc) | Kuat |
| PStV-Is | IPS15 | 30,75 (5,98cd) | Kuat | 44,74 (5,52d) | Sangat Kuat |

Keterangan: Angka dalam kurung dan kolum yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT ($\alpha$=5%).

Tabel 3. Pengaruh infeksi strain-strain PStV terhadap pertumbuhan kacang tanah kultivar Gajah dan Landak

| Kode Strain | No. Isolat | Penurunan Bobot Kering Tanaman (%) | | Pertumbuhan Tanaman | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | cv. Gajah | cv. Landak | cv. Gajah | cv. Landak |
| Kontrol | - | 0,00 (12,61a) | 0,00 (11,82a) | Normal | Normal |
| PStV-Im | IPS1 | 25,38 (9,41b) | 20,98 (9,34bc) | Kerdil | Kerdil |
| PStV-Ib | IPS9 | 20,06 (10,08b) | 16,24 (9,90b) | Kerdil | Kerdil |
| PStV-Ibs | IPS5 | 25,46 (9,40b) | 27,24 (8,60bc) | Kerdil | Kerdil |
| PStV-Isb | IPS14 | 14,51 (10,78ab) | 19,63 (9,50bc) | Normal | Kerdil |
| PStV-Icr | IPS7 | 28,15 (9,06b) | 30,12 (8,26bc) | Kerdil | Kerdil |
| PStV-Is | IPS15 | 28,15 (9,06b) | 25,04 (8,86bc) | Kerdil | Kerdil |

Keterangan: Angka dalam kurung dan kolum yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT ($\alpha$=5%)
Normal : tidak terjadi penurunan pertumbuhan vegetatif kacang tanah
Kerdil : terjadi penurunan pertumbuhan vegetatif kacang tanah

Tabel 4. Variasi homologi runutan nukleotida *cp*PStV dan asam amino CP-PStV dari strain-strain PStV.

| Strain PStV | No. Isolat | cpPStV CP-StV | PStV-Im | PStV-Ib | PStV-Ibs | PStV-Isb | PStV-Icr | PStV-Is |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PStV-Im | IPS1 | 861 nt | - | 99,9 | 99,7 | 97,9 | 99,9 | 98,4 |
| | | 287 aa | - | 99,7 | 99,0 | 98,6 | 99,7 | 98,6 |
| PStV-Ib | IPS9 | 861 nt | | - | 99,8 | 99,9 | 100 | 98,5 |
| | | 287 aa | | - | 99,3 | 99,7 | 100 | 99,0 |
| PStV-Ibs | IPS5 | 861 nt | | | - | 97,9 | 99,8 | 98,5 |
| | | 287 aa | | | - | 98,6 | 99,3 | 99,0 |
| PStV-Isb | IPS14 | 861 nt | | | | - | 98,0 | 98,4 |
| | | 287 aa | | | | - | 99,0 | 99,3 |
| PStV-Icr | IPS7 | 861 nt | | | | | - | 98,5 |
| | | 287 aa | | | | | - | 99,0 |
| PStV-Is | IPS15 | 861 nt | | | | | | - |
| | | 287 aa | | | | | | - |

mutasi titik juga dapat mematahkan ketahanan tanaman inang (Kavanagh dkk. 1992). Derrick dkk. (1997) melaporkan delapan asam amino pada protein 126 dan 183 kD mempengaruhi fenotipe gejala infeksi dua strain TMV. Penelitian Weiland & Edward (1996) menunjukkan substitusi satu nukleotida pada gen a dari *barley stripe virus* stain CV42 (BSV-CV42) merubah strain patogenik menjadi non patogenik

Variasi biologi PStV dan penyebarannya pada 1 lokasi penenanaman kacang tanah di Indonesia merupakan informasi yang diperlukan untuk perbaikan genetika ketahanan kacang tanah. Baik pemuliaan konvensional maupun rekayasa genetika untuk ketahanan kacang tanah terhadap PStV memerlukan informasi tentang variasi biologi dan molekuler PStV. Salah satu penyebab kegagalan dalam program perbaikan ketahanan tanaman terhadap patogen adalah tidak tersedianya informasi tentang patogenisitas dan penyebaran strain-strain patogen yang menyerang.

Kesimpulan dari hasil penelitian ini, terdapat variasi biologi dan molekuler di antara enam strain PStV yang menunjukkan gejala penyakit yang berbeda. Variasi biologi ditunjukkan oleh adanya variasi patogenisitas strain-strain PStV tersebut pada kacang tanah kultiar Gajah dan Landak. Sedangkan variasi biologi diamati berdasarkan hasil analisis runutan nukleotida gen penyandi protein selubung PStV. Tidak terdapat korelasi antara variasi patogeisitas dan molekuler strain-strain PStV. Penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisis molekuler menggunakan gen-gen yang lain selain gen *cp*PStV untuk mengetahui gen yang berfungsi mengendalikan sifat biologi PStV.

## SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Pemimpin Proyek URGE (*University Reseach for Graduate Education*) melalui program Beasiswa Unggulan Pascasarjana, Sandwich, dan Hibah Tim. Proyek ACIAR (*Australian Centre for International Agricultural Reseach)* atas dukungan dana untuk melakukan penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

Akin MH. 1998. Peanut stripe virus strain Indonesia: Variasi biologi, deteksi molekuler, Pengklonan dan determinasi nukleotida 3'genom RNA PStV serta analisis keragaman dan filogenetika PStV. Disertasi. PPS-IPB, Bogor.

Akin HM, Sudarsono. 1997. Characterization of Peanut Stripe Virus (PStV) Isolates Originated from Various Provinces in Indonesia. Indon J of Trop Agric (IJTA) 8(1):13-14.

Broglio EP. 1995. Mutation analysis of cauliflower mosaic virus gene VI: Changes in host range, symptoms, and discovery of transactivationpositive, non-infectious mutans. MPMI 8:755-760.

Demski JW, Reddy DVR, Sowell Jr G, Bays D. 1984. Peanut stripe virus- a new seed-borne potyvirus from China infecting groundnut (*Arachis hypogaea*). Ann. App. Biol. 105:495-501.

Derrick PM, Carter SA, Nelson RS. 1997. Mutation of the tobacco mosaic tobamovirus 126-and 183-kDa protein: effects on phloemdependent virus accumulation and synthesis of viral proteins. MPMI 10(5): 589-596.

Gunashinghe UB, Flasinski S, Nelson RS, Cassidy BG. 1994. Nucleotide sequence and genome organization of peanut stripe potyvirus. J Gen Virol. 75: 2519-2526.

Franck RIB, Fauquet CM, Knudson DL, Brown F. 1991. Classification and numenclature of viruses. *Arch. Virol.* 2:351-156.

Kanavagh T, Goulden M, Cruz SS, Barker CI, Baukcombe D. 1992. Molecular analysis of a resistance-breaking strain of potato virus X. Virology 189:609-617.

Saleh N, Baliadi Y. 1990. Penyaringan ketahanan genotipe kacang tanah terhadap peanut stripe virus. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan tahun 1990, p 115-117. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.

Saleh N, Middleton KJ, Baliadi Y, Horn N, Reddy DVR. 1989. Research on *peanut stripe virus* in Indonesia, pp.9-10. Summary proceeding of the second coordinators meeting on *peanut stripe virus*. 1-4 Agustus 1989. India.

Saleh N, Baliadi Y. 1988. Penyaringan Ketahanan genotipe kacang tanah terhadap *peanut stripe virus*. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1990:115-117.

Thomson JD, Higgins DG, Gibson TJ. 1994. Clustal W: Improving the Sensitivity of Progressive Multiple Sequence Alignment through Sequence Weighting, Position-Specific Gap Penalties and Weight Matrix Choice. *Nuc. Acid Res.* 22: 4673-4680.

Wakman W, Pakki S, Hasanuddin A. 1989. Yield loss of groundnut due to *peanut stripe virus*. Summary Proceeding of the Second Coordinators' Meeting on *Peanut stripe virus*. ICRISAT, India: 11

Weiland JJ, Edwards MC. 1996. A single nucleotide substitution in a gene confers oat pathogenicity to barley stripe mosaic virus strain ND18. MPMI 9(1): 62-67.