

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

Hasriadi Mat Akin¹⁾, Sudarsono²⁾, dan Rusmilah Suseno³⁾

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 (**cpPStV**) 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 **infeksi** 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	<i>Chlorotic</i> ring-mottle	Manokwari/Irian Jaya
PStV-Is	IPS15	<i>Stripe</i>	Bogor/Jawa Barat

yang diarnati 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 (*cpPStV*) 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), *cpPStV*, 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 a dan dikulturkan pada media seleksi LB yang mengandung ampicilin (100 µg/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 *cpPStV* 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 *cpPStV*. Runutan nukleotida gen *cpPStV* 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 penurunannya 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-Ib, 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*

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

Variasi patogenisitas strain-strain PSTV juga **di-****amati** berdasarkan **pengaruhnya** terhadap **pertum-****buan** vegetatif kacang **tanah**. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi PSTV mengakibatkan terjadinya penghambatan pertumbuhan vegetatif kacang **tanah** yang ditunjukkan oleh **penurunan** bobot berangkas kering **tanaman** (Tabel 3). **Penurunan** pertumbuhan vegetatif kacang **tanah** untuk kultivar 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 **penu-****runan** 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 berangkas kering **tanaman**. Sebaliknya PStV-Isb **berpengaruh ter-****hadap** 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 Morofil akan **menurunkan** hasil fotosintesis. Penurunan hasil fotosintesis akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif kacang **tanah** berkurang.

Variasi Molekuler Strain-strain PSTV

Runutan nukleotida gen cpPStV terdiri **atas** 861 nt dan protein selubung (CP-PStV) terdiri **atas** 287 asam amino. Hasil **analisis** runutan nukleotida gen cpPStV dan **asam** amino protein CP-PStV menunjukkan adanya variasi dari **masing-****masing** strain-strain PSTV. **Analisis** runutan **nukleotida** gen cpPStV 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 menunjukan 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 cpPStV tetapi dikendalikan oleh gen-gen lain yang terdapat dalam genom PSTV.

Beberapa penelitian **terdahulu** yang **menunjuk-****kan** 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	Penman Hasil (%) (cv. Gajah)	Patogenisitas PSTV (cv. Gajah)	Penman 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 kolom 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 kolom 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 cpPStV 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
PStV-Isb	IPS14	861 nt				-	98,0	98,4
		287 aa					-	99,3
PStV-Icr	IPS7	861 nt					-	98,5
		287 aa						-
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 strain CV42 (BSV-CV42) merubah strain patogenik menjadi non patogenik

Variasi biologi PSTV dan penyebarannya pada lokasi penanaman 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 kultivar Gajah dan Landak. Sedangkan variasi biologi diamati berdasarkan hasil analisis runutan nukleotida gen penyandi protein selubung PSTV. Tidak terdapat korelasi antara variasi patogenisitas dan molekuler strain-strain PSTV. Penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisis molekuler menggunakan gen-gen yang lain selain gen cpPStV untuk mengetahui gen yang berfungsi mengendalikan sifat biologi PSTV.

SANWACANA

Penulis **mengucapkan** terima kasih dan **penghargaan** yang **sebesar-besarnya** kepada **Pemimpin** Proyek URGE (University Research for Graduate Education) **melalui** program Beasiswa **Unggulan Pascasarjana**, Sandwich, dan Hibah Tim. Proyek ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) **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 (JTA)** 8(1):13-14.
- Broglia 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.
- Demck 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**, Flasiniski 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 nomenclature of viruses. **Arch. Virol.** 2:351-156.
- Kanavagh T, Goulden M, **Cruz SS**, Barker CI, **Baucombe 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.