

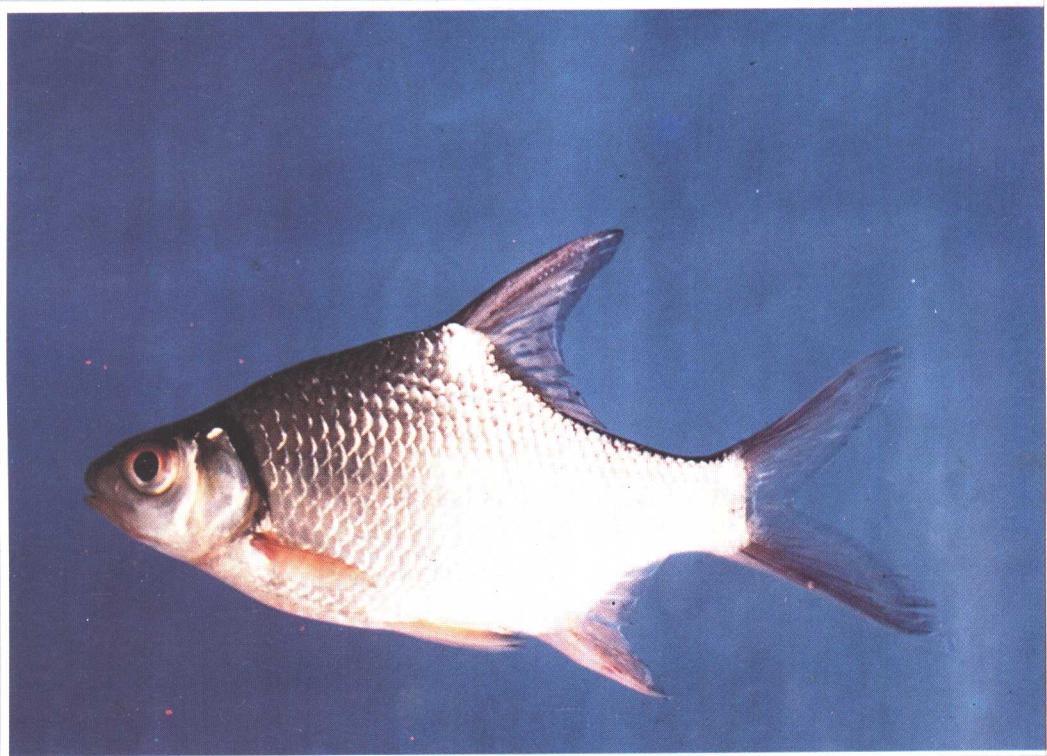
Buletin

ISSN 1410-4377

# *Plasma Nutfah*

Volume 6 Nomor 2 Tahun 2000

---



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Departemen Pertanian**

**Penanggung Jawab**

Ketua Komisi Nasional Plasma Nutfah

**Dewan Redaksi**

Surahmat Kusumo  
Kusuma Diwyanto  
Sugiono Moeljopawiro  
Johanes Widodo  
Maharani Hasanah

**Redaksi Pelaksana**

Husni Kasim  
Lukman Hakim  
Hermanto

**Alamat Redaksi**

Sekretariat Komisi Nasional  
Plasma Nutfah

Jalan Merdeka 147 Bogor 16111  
Telp/Faks. (0251) 327031

Buletin ilmiah *Plasma Nutfah*  
diterbitkan oleh Badan Penelitian dan  
Pengembangan Pertanian secara  
berkala, dua kali setahun, memuat  
tulisan hasil penelitian dan tinjauan  
ilmiah tentang eksplorasi, konservasi,  
karakterisasi, evaluasi, dan utilisasi  
plasma nutfah tanaman, ternak, ikan,  
dan mikroba yang belum pernah  
dipublikasi di media lain.

---

**Daftar Isi**

---

<b>Potensi dan Prospek Plasma Nutfah Ikan Lampam (<i>Barbodes schwanenfeldi</i>)</b> .....	1
..... Syarifah Nurdawati	
<b>Aplikasi Teknik Inseminasi Buatan dalam Pelestarian Ayam Hutan secara Ex Situ</b> .....	7
..... A.G. Nataamijaya	
<b>Pelestarian dan Penelitian Tanaman Sagu di Irian Jaya</b> ...Maharani Hasanah dan Adi Widjono	10
<b>Characteristics of Bacterial Wilt Resistance of <i>Solanum torvum</i></b> .....	14
..... Karden Mulya, Nuri Karyani, and Esther Mulyani Adhi	
<b>Penyelarasan Pertanian Modern dengan Pelestarian Keanekaragaman Hayati</b> .....	21
..... Nani Zuraida dan Sumarno	
<b>Karakter Fisik, Kimia, dan Fisiologis Benih Beberapa Varietas Kedelai</b> .....	31
..... Sukarman dan Mono Raharjo	
<b>Karakterisasi dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pala</b> .....	37
..... M. Hadad E.A., Agus Nurawan, dan Suparman	
<b>Penampilan Hasil Beberapa Varietas dan Galur Kacang Hijau pada Lingkungan Tumpang Sari dengan Jagung</b> .....	48
..... Lukman Hakim	

---

Gambar sampul:

Ikan Lampam (*Barbodes schwanenfeldi*), panjang 20,5 cm



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Departemen Pertanian**

# Characteristics of Bacterial Wilt Resistance of *Solanum torvum*

Karden Mulya, Nuri Karyani, and Esther Mulyani Adhi  
Research Institute for Spice and Medicinal Crops, Bogor

## ABSTRAK

Pemindahan sifat resistensi terhadap penyakit layu bakteri dari *Solanum torvum* ke tanaman terong budi daya dihadapkan pada masalah inkompatibilitas. Untuk itu dilakukan fusi protoplas yang keberhasilannya bergantung pada sifat tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi *S. torvum* sebagai kandidat dalam fusi protoplas dan mengkarakterisasi sifat resistensi. *S. torvum* BD1 diinokulasi dengan cara meneteskan suspensi *Ralstonia solanacearum* T926 pada batang yang dilukai, menyiramkan suspensi bakteri ke sekitar akar *S. torvum* yang dilukai dan merendam akar tanaman dengan suspensi bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor kelayuan di antara metode yang diuji tidak berbeda nyata. Cara inokulasi dengan menyiramkan suspensi di sekitar akar tanaman yang dilukai dipilih karena lebih praktis dibanding dua cara lainnya. Dengan cara inokulasi tersebut, 28 aksesi *S. torvum* diuji ketahannya terhadap penyakit layu bakteri dalam dua seri. Hasil penelitian menunjukkan, pada seri pertama di antara 11 aksesi yang diuji terdapat satu aksesi (CN1) yang bereaksi sangat tahan dengan indeks penyakit 3,33, tiga aksesi (BD1, SM, dan BML) bereaksi tahan dengan indeks penyakit 12,7-16,0 dan tujuh aksesi tergolong medium dengan indeks penyakit 23,3-44,0. Pada seri kedua, di antara 19 aksesi *S. torvum* terdapat enam aksesi bereaksi lebih tahan dan enam aksesi tidak berbeda nyata dibanding CN1, satu aksesi tidak berbeda nyata dengan BD1, sisanya lebih peka dari BD1. Infeksi laten ditemukan pada semua aksesi. Patogen dapat mengkolonisasi semua bagian tanaman. Persentase kolonisasi patogen tertinggi terdapat pada akar dan menurun secara bertahap ke bagian atas tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran patogen pada jaringan *S. torvum* dihambat.

Kata kunci: *Solanum torvum*, *Ralstonia solanacearum*, tahan, infeksi laten.

## ABSTRACT

To transfer the characters of bacterial wilt disease resistance from *Solanum torvum* to cultivated eggplant through conventional method raised up incompatibility problem. Therefore, protoplast fusion method was chosen. The successfulness of protoplast fusion in solanaceous plants depends on the characteristics of the plants. This study was aimed to select the *S. torvum* candidate and to characterize the resistant traits. *S.*

*torvum* BD1 was inoculated with *Ralstonia solanacearum* T926 by stem pricking inoculation, soil drenching with root severing and root immersion. Results showed that wilt score amongst the tested methods was not significantly different. Soil drenching with root severing method was chosen for practical reason. By using the inoculation method, 28 *S. torvum* accessions were tested in two series for their resistance against bacterial wilt disease. Results showed that on the first series among 11 accessions of *S. torvum*, one accession (CN1) was highly resistant with disease indices (DI) of 3.33, three accessions (BD1, SM and BML) were resistant with DI value range of 12.67-16, and seven accessions were moderately resistant with DS value range of 23.33-44. While on the second series among 19 accessions of *S. torvum*, six accessions were more resistant than CN1, six accessions were not significantly different from CN1, one accession was not significantly different from BD1, and the rest were more susceptible than BD1. Latent infection was commonly found in all accessions. The pathogen colonized all parts of plants. Percentage of pathogen colonization was high in root and gradually decreased in upper parts of plant. These results indicated that restriction of pathogen to spread in plant vessel was a mechanism of disease resistant on *S. torvum*.

Key words: *Solanum torvum*, *Ralstonia solanacearum*, resistance, latent infection, bacterial wilt.

## INTRODUCTION

Bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* is the most ubiquitous and damaging bacterial disease in tropical crops (Buddenhagen, 1986). The pathogen has a broad host range (Hayward, 1994) and great variation on its pathogenicity. Race 1 of the pathogen has the broadest host range, including tomato, eggplant, groundnut, pepper, potato and ginger. Yield losses of eggplant ranged between 50-100% (Winstead and Kelman, 1952; Rao, 1976; Hanudin and Gaos, 1993).

Introduction of resistant varieties is a reliable strategy in controlling the disease, especially for crops in low-income farming system such as eggplant. Since

the bacterium is well adapted in rhizosphere and colonizes vascular tissues of plants, it is very difficult and costly to control bacterial wilt with chemicals. Sources for resistance against bacterial wilt may come from local varieties (Hanudin and Gaos, 1993) or related species such as *S. aethiopicum* (Ano *et al.*, 1991), *S. ferox* and *S. toxicarium* (Ali *et al.*, 1990), or *S. torvum* (Sihachakr *et al.*, 1994).

Introducing resistance traits from uncultivated plants to cultivated ones by conventional hybridization usually raised up on sexual incompatibility problems or high sterility of F1 hybrids (Mc Common and Honna, 1983). Therefore, somatic hybridization through protoplast fusion could be chosen to overcome the problems. Sihachakr *et al.* (1989) transferred resistant characters against *Verticilium* wilt disease and nematode from *S. torvum* to *S. melongena* cv. Dourga by protoplast fusion. The successfulness of protoplast fusion in solanaceous plant depends on the characteristics of plant cultivars and laboratory condition (Sihachakr *et al.*, 1989).

Eventhough *S. torvum* was considered as a resistant cultivar, there was no detail information for resistant characteristics of *S. torvum*. This may account for the difficulty in evaluating the effect of environmental factors on the field performance of resistant cultivars, and why bacterial wilt behaves as a persistent disease (Grimault *et al.*, 1993). Supriadi (1986) reported that susceptible varieties of *S. khasianum* grafted onto resistant rootstock of *S. torvum* showed wilt symptom when grown on *R. solanacearum* infested soil. It is suggested that *R. solanacearum* colonize *S. torvum* as latent infection. Grimault *et al.* (1993) suggested that latent infection play synergism role with nematode infection to breakdown the resistance of tomato against bacterial wilt disease due to gall formation rather than from a mere increase in available entry points.

This study was aimed to find out highly resistance of *S. torvum* accessions against bacterial wilt disease as a donor of the traits in protoplast fusion and to characterize the resistant character. This information gives a better understanding on host-pathogen interaction and on selection of resistant varieties.

## MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at greenhouse of Cimanggu Experimental Garden (Bogor) and Laboratory of Phytopathology, Research Institute for Spice and Medicinal Crops (RISMC) from October 1997 until October 1998.

### Bacterial Strains and Culture Condition

*R. solanacearum* T926 was obtained from Culture Collection of RISMC. The bacterium was isolated from *S. torvum* and was preserved in sterile distilled water. Virulent colonies were selected on tetrazolium chloride medium (TTC) of Kelman (1954). For preparation of inoculum, the bacterium was streaked onto sucrose-peptone-agar (SPA; Hayward, 1964), and then it was incubated at 28°C for three days. Bacterial cells were scraped by glass rod and suspended in sterile distilled water. Optical density of the suspension was adjusted to  $OD_{650} = 0.1$  which was equal to  $10^7$  cells per ml. Actual colony forming unit was determined by dilution plating method on SPA.

### Plant Accessions and Propagation Method

Seeds of *S. torvum* accessions were sown in plastic boxes containing sand at greenhouse and watered daily until seedlings reached four leaf stage. The young seedlings were transplanted individually onto plastic pots containing sterilized growth medium (soil: manure = 1:1). Pots were maintained in a greenhouse at 28-37°C under natural light. Soil moisture was maintained by watering two times daily. Four weeks after transplanting, healthy and uniform plants were selected for the experiment.

### Plant Inoculation and Disease Assessment

Three kinds of inoculation methods namely stem pricking, soil drenching and root immersing were evaluated. For stem pricking inoculation method, stem base of the test plants were sterilized by spraying 70% EtOH, then smeared with Vaseline. Bacterial suspension was dropped into this site and pricked with sterile needle. For inoculation with the drenching method, roots of plants were wounded by inserting

knife into the soil, and then 40 ml of bacterial suspension for each plastic bag was drenched around the roots. While other plants were removed from the bags and soil loosely adhered to the roots was removed by slightly shaking. These plants were then inoculated with immersion method by dipping roots into bacterial suspension for 30 minutes, and then replanted in plastic bags.

Wilt severity was scored using 0-5 scale, 0 = healthy plants, 1 = <25% leaves wilted, 2 = 25-50% leaves wilted, 3 = 50-75% leaves wilted, 4 = all leaves wilted, and 5 = dead plant (Figure 1). Disease Index (DI) was calculated as:  $DI = (\sum nd) / (\sum ND)$ , where n = number of plants with the same wilt score, d = wilt score, N = total number of inoculated plant per plot, and D = the highest value of wilt score. For screening of *S. torvum* accessions, ten plants for each accession were inoculated and repeated three times.

### Serological Assays

Polyclonal antigen for *R. solanacearum* was kindly provided kindly by Dr. Supriadi at RISMC. One month after inoculation, six symptomless plants were collected. Persistence of pathogen in plant tissue was detected by indirect ELISA method using polyclonal antigen for *R. solanacearum* (Robinson, 1993). Plants were cut and separated into four parts, i.e. root, stem base, middle stem and upper stem. The cuttings were kept at -20°C until processing. Samples were macerated in extraction buffer; 100 µl of the extract was loaded into wells, and then incubated at 37°C for overnight. After incubation, the wells were rinsed with washing buffer and then incubated with polyclonal antigens at 37°C for 1 hour. After the second washing, complex bacterial cells-antigen was visualized with alkaline phosphatase. Intensity of color produced by complex bacterial cells-antigens was compared. Uninoculated plants and suspension of *R. solanacearum* cells ( $10^5$  cfu/ml) were used as control.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Resistance of *Solanum torvum* Against Bacterial Wilt

Initial symptoms on inoculated plants appeared one week after inoculation. Firstly, lower leaves turned to yellow partially and wilted, then most of the leaves wilted and died (Figure 1). Somodi *et al.* (1993) reported that inoculation techniques affected the success of selection for resistant varieties. However, among three inoculation methods tested, wilt score at one month after inoculation was not significantly different (Table 1). These results were comparable with similar experiments on peppers (Perera *et al.*, 1993). Then, soil-drenching method was considered to be chosen for practical reason.

By using soil-drenching method, 28 accessions of *S. torvum* were screened for their resistance against *R. solanacearum* T926 in two screening experiments. Although *S. torvum* was considered as a resistant species against bacterial wilt, resistant levels varied. Most of the accessions showed disease indices range of 3.33-44.00 at the first experiment and 2.67-34 at the second experiment. On the first series among 11 accessions of *S. torvum*, one accession (CN1) was highly resistant with disease indices (DI) of 3.33, three accessions (BD1, SM and BML) were resistant with DI value range of 12.67-16, and seven accessions were moderately resistant with DS value range of 23.33-44. While on the second series among 19 accessions of *S. torvum*, six accessions were much superior than CN1, six accessions were not significantly different from CN1, one accession was not significantly different from BD1, and the rest were more susceptible than BD1.

Table 1. Effect of inoculation method of *R. solanacearum* T926 on disease severity and latent infection on *S. torvum* BG1.

Inoculation methods	Wilt score <sup>1</sup>
Stem pricking	3.3 ± 1.1
Soil drenching with root damaging	3.2 ± 1.1
Root immersing	3.3 ± 1.1

<sup>1</sup> Means of wilt score (0-5) followed by standard deviation.



Figure 1. Wilt symptoms of *S. torvum* inoculated with *R. solanacearum* T926.

Table 2. Disease indices of *R. solanacearum* T926-inoculated *S. torvum* accessions.

First experiment		Second experiment	
Accession	Wilt index	Accession	Wilt index
1. TG	44.00 a	1. TSK6	34.00 a
2. ML	34.00 b	2. TSK4	31.33 ab
3. CN1	28.00 bc	3. SM3	20.67 abc
4. CPI	27.33 bc	4. SM5	20.00 abc
5. TGI	26.67 c	5. SM4	18.67 bc
6. BP	23.33 c	6. TSK1	16.67 cd
7. BG1	23.33 c	7. <b>BD1</b>	13.33 cd
8. SM	16.00 d	8. CN6	12.67 cde
9. BML	15.33 d	9. TSK9	12.00 cde
10. <b>BD1</b>	12.67 d	10. <b>CN2</b>	10.67 cde
11. <b>CN2</b>	3.33 e	11. TSK2	12.00 cde
		12. TSK3	10.67 cde
		13. TSK13	10.00 cde
		14. TSK7	9.33 cdef
		15. SB	5.33 def
		16. RB	5.33 def
		17. CN4	4.67 def
		18. CN3	4.67 ef
		19. TSK11	2.67 f
CV (%)	10.75	CV (%)	28.16

Disease index value followed with the same letter was not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha = 0.05$ .

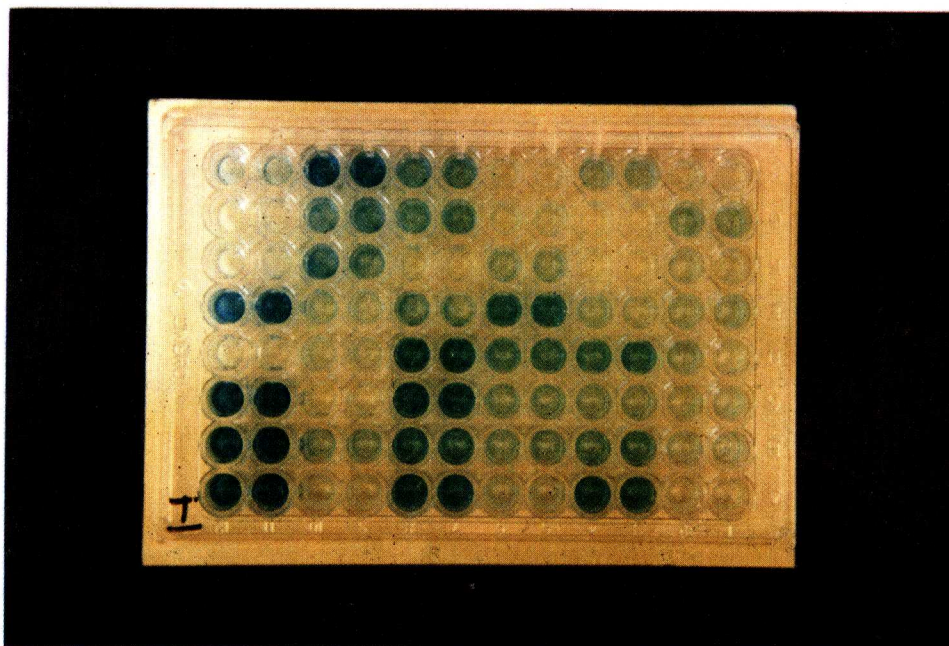


Figure 2. Indirect ELISA test of sap of *S. torvum* inoculated with *R. solanacearum*. Blue reaction indicated the presence of the pathogen in tissue. Arrows indicated the positive control of suspension of *R. solanacearum* (blue color) and negative control of healthy plant (transparent).

In contrast, susceptible eggplant (*S. melongena* cv. Long purple) that was used as control died 2 weeks after inoculation. Among the *S. torvum* accessions, twelve were considered as highly resistant accessions (Table 2). Those accessions are considered useful for source of resistance.

### Latent Infection

At one month after inoculation, symptomless plants were collected and assayed serologically for persistence of *R. solanacearum* in plant tissues as latent infection. The presence of *R. solanacearum* was observed in some samples as indicated by blue-colored reaction (Figure 2), which was in contrast with uninoculated plants that did not show the color reaction. Percentage of latent infection was not significantly different among plants inoculated by stem pricking and soil drenching method (Table 3).

Table 3. Latent infection of inoculated *S. torvum* with *R. solanacearum* T926.

Inoculation methods	Percentage of latent infection
Stem pricking	100
Soil drenching with root damaging	100
Uninoculated plants	0

\* Originated from six symptomless plants.

Latent infection has been reported in some weeds (Hayward, 1991), tomato (Grimault *et al.*, 1993) or potato (Skoglund *et al.*, 1993). Latent infection was well investigated in potato tuber (Ciampi *et al.*, 1980) and tomato (Prior *et al.*, 1990). Latent infection was found in all of tested accession of *S. torvum* at various level of percentage of pathogen colonization (Table 4). Latent infection on resistant tomato occurred 50 to 70% in cv. Hawaii 7996 and 80 to 100% in cv. Caraibo and cv. Carmido (Prior *et al.*, 1990). Then, the present studies proved the presence of latent infection on *S. torvum* as suggested by Supriadi (1986).

Table 4. Evidence of latent infection of *R. solanacearum* in *S. torvum* accessions.

Accession	Resistance reaction*	Percentage of latent infection
CN3	High resistant	50
CN4	High resistant	50
TSK9	High resistant	60
TSK2	High resistant	75
TSK11	High resistant	80
CN6	High resistant	80
SM4	Resistant	100
SM3	Moderate resistant	80
SM5	Moderate resistant	83

\* In accordance with Table 2.

Mechanism of resistance against bacterial wilt disease in solanaceous plants was suggested to be caused by the absence of bacterial penetration, restricted colonization of vascular tissues or plant resistance without limitation of colonization (Grimault *et al.*, 1993). Latent infection of *R. solanacearum* in *S. torvum* was found in all parts of plant. However, percentage of pathogen colonization was higher in roots, and then gradually lower in the upper parts of plants (Table 5).

In contrast, Grimault *et al.* (1993) reported that density of bacterial cells detected at collar and middle stem was not significantly different in symptom less resistant cultivars of tomato. Those results indicated that eventhough latent infection occurred, the mechanism of resistance in *S. torvum* must be different from mechanism of resistance in tomato. Resistance mechanism in *S. torvum* was related to the restricted colonization of vascular tissues, while resistance in tomato was related to tolerance of conducting vessels to *R. solanacearum* (Grimault *et al.*, 1993). Therefore, latent infection and distribution of pathogen *in planta* should be considered as a criterion in breeding program of *S. torvum* hybridization.

Restriction of pathogen distribution may be caused by reaction of plant defense system against pathogen infection. Flavonoid phytoalexin is one of chemical groups involved in the growth inhibition of the attacking organism (Stoessl, 1980). The initial step in the synthesis of flavonoid is formation of 4-coumaroyl-CoA from phenylalanine through phenylpropanoid pathways. Mulya *et al.* (1996) showed that the activity of phenylalanine ammonia lyase (PAL), one of the enzymes involved in the pathways, is inducible with proteinous substance produced by biocontrol agent. Cohen *et al.* (1992) reported that dinitroaniline herbicides induced resistance of tomato against bacterial wilt disease. Thus, to find compatibility between resistant varieties and chemical inducers to enhance the disease resistance in the varieties is another possible way to be elucidated in controlling of bacterial wilt disease and *S. torvum* could be used as one of the models.

## CONCLUSION

Level of bacterial wilt resistance on accessions of *S. torvum* varied. Twelve accession were highly resistant against bacterial wilt disease. Those accessions were recommended as candidates for resistant source in protoplast fusion. Latent infection was common character in *S. torvum*. The character should be considered as a criterion in breeding program of *S. torvum* hybridization. Since bacterial density gradually decreases in upper parts of plant, the resistance mechanism against bacterial wilt disease in *S. torvum* was related to restriction of pathogen distribution rather than elimination of bacterial infection or tolerance of plant against pathogen colonization.

Table 5. Distribution of *R. solanacearum* in inoculated *S. torvum* in *in planta* as latent infection.

Accessions	Percentage of latent infection			
	Root	Collar	Midstem	Twigs
BD1	87.5	62.5	50	25
CN2	69.2	46.2	30.8	15.4
ML	83.3	58.3	50	41.7

## ACKNOWLEDGMENT

The research was a part of the activities of joint research project (contract No. ERB: IC 18.CT97.0187) with financial support from EC. We are grateful to Dr. Supriadi from Research Institute for Spice and Medicinal Crops for kindly giving the antiserum.

## LITERATURE CITED

- Ali, M., M.A. Quadir, H. Okubo, and K. Fujieda. 1990. Resistance of eggplant, its wild relatives and their hybrids to different strains of *Pseudomonas solanacearum*. *Sci. Horticulture* 45:1-9.
- Ano, G., Y. Hebert, P. Prior, and C.M. Messiaen. 1991. A new source of resistance to bacterial wilt of eggplant obtained from a cross-*Solanum aethiopicum* x *Solanum melongena* L. *Agronomie* 11: 555-560.
- Buddenhagen, I. W. 1986. Bacterial wilt revisited. In: Persley, G.J. (Ed.). *Bacterial Wilt Disease in Asia and South Pacific*, ACIAR Proceedings 13:126-139.
- Ciampi, L. L. Sequeira, and E.R. French. 1980. Latent infection of potato tubers by *Pseudomonas solanacearum*. *Am. Potato J.* 57: 377-386.
- Cohen, R., D.A. Cuppels, R.A. Brammall, and G. Lazarovis. 1992. Induction of resistance toward bacterial pathogens of tomato by exposure of the host to dinitro-aniline herbicides. *Phytopathology* 82:110-114.
- Grimault, V., J. Schmit, and P. Prior. 1993. Some characteristics involved in bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) resistance in tomato. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:112-119, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Hanudin and M.A.H. Gaos. 1993. Screening of eggplant accessions for resistance to bacterial wilt. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:191-192, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Hayward, A.C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. *J. Appl. Bacteriol.* 27:265-267.
- Hayward, A.C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. of Plant Pathol.* 29:65-87.
- Hayward, A.C. 1994. The host of *Pseudomonas solanacearum*. In: A.C. Hayward and G.L. Hartman (Eds.). *Bacterial Wilt. The Disease and Causative Agent, Pseudomonas solanacearum*. CAB Int., Wallingford, UK: 9-24.
- Kelman, A. 1954. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. *Phytopathology* 44: 693-695.
- Mc Common and Honna. 1983. Morphological and cytological analysis of an interspecific hybrid eggplant, *Solanum melongena* x *Solanum torvum*.
- Mulya, K., Y. Takikawa, and S. Tsuyumu. 1996. The presence of regions homologous to *hrp* cluster in *Pseudomonas fluorescens* PfG32R. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan.* 62:355-359.
- Perera, K.D.A., G.L. Hartman, and J.M. Poulos. 1993. Inoculation procedures and the evaluation of peppers for resistance to *Pseudomonas solanacearum*. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:193-198, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Prior, P., M. Beramis, M. Chillet, and J. Schmit. 1990. Preliminary studies for tomato bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) resistance mechanism. *Symbiosis* 9:393-400.
- Rao, M.V. 1976. Bacterial wilt of tomato and eggplant in India. In: Planning conference and workshop on the ecology and control of *Pseudomonas solanacearum*, Raleigh, North Carolina State University: 92-94.
- Robinson, A. 1993. Serological detection of *Pseudomonas solanacearum* by ELISA. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:54-61, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Scoglund, L.G., S. Seal, J.G. Elphinstone, and D.E. Berrios. Study of latent infection of potato tubers by *Pseudomonas solanacearum* in Burundi. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:106-110, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Sihachakr, D., R. Haicour, M. H. Chaput, E. Barrientos, G. Ducreux, and L. Rosignol. 1989. Somatic hybrid plants produced by electrofusion between *Solanum melongena* L. and *Solanum torvum* Sw. *Theor. Appl. Genet.* 77:1-6.
- Sihachakr, D., M.C. Daunay, I. Seraf, M.H. Chaput, I. Mussio, R. Haicour, L. Rosignol, and G. Ducreux. 1994. Somatic hybridization of eggplant (*Solanum melongena*) with its close and wild relatives. In: Y.P.S. Bajaj (Ed.). *Somatic Hybridization in Crop Improvement I, Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, (27):255-278.
- Somodi, G.C., J.B. Jones and J.W. Scott. 1993. Comparison of inoculation techniques for screening tomato genotypes for bacterial wilt resistance. In: G.L. Hartman and A.C. Hayward (Eds.). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proc. 45:120-123, 28-31 Oct. 1993, Taiwan.
- Stoessl, A. 1980. Phytoalexin—a biogenic perspective. *Phytopath. Z.* 99 : 251-272.
- Supriadi. 1986. Penanggulangan penyakit layu bakteri *Solanum khasianum* dengan batang bawah yang tahan. *Proc. Seminar Pembudidayaan Tanaman Obat, Univ. Sudirman*:125-127.
- Winstead and A. Kelman. 1952. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 42:628-634.

# Karakter Fisik, Kimia, dan Fisiologis Benih Beberapa Varietas Kedelai

Sukarman dan Mono Raharjo

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor

## ABSTRACT

Soybean (*Glycine max L.*) seeds are short-lived compared to those others agronomics crops such as rice, maize, and mungbean. Varieties and packaging materials are strongly affecting the storability of soybean seeds. The experiment was conducted with special aimed to evaluate the physical, chemical, and physiological characteristics. Laboratory experiment was conducted at Bogor Research Institute for Food Crops, Bogor, from October 1995 until May 1996. Randomized Completely Block Design (RCBD) consists of three factors, replicate three times was arranged in factorial. The first factor consists of four varieties, namely Galunggung, Wilis, Tidar, and Cikurai. While, the second factor was two packaging materials: plastics moisture proof and cloths bags. The thirds factors was periods of storage (1, 2, 3, 4, and 5 months). Observation data includes physical, chemical, and physiological (germination percentages, tetrazolium test, and length of radicle and plumule) characteristics. Results indicated that Galunggung variety had the biggest size (13.4 g/100 seeds, while the smallest size was occurred on Tidar variety (5.70 g/100 seeds). Thickness of seeds coat varied from 0.097-0.170 mm, the thickness of Cikurai was 0.170 mm, while Tidar had a very thin seed coat (0.097mm). The highest protein and lipid content were found in Tidar, 43.8 and 42%, respectively. The lowest protein content was occurred on Wilis (42%), while the lowest lipid content was occurred on Galunggung (21,4%). Physiological characteristics of seeds based on the germination percentages, length of radicle and plumule was significantly affected by interaction among varieties, packaging materials, and storage periods. Cikurai variety demonstration had the best storability compared to others varieties. After storing in cloth bags for five months, the germination percentages was still 89.7%. Under the same conditions, Wilis was more susceptible, the germination reduced drastically until 27%. For all varieties, however, indicated germination percentages more than 80%, after five months stored in plastics moisture proof.

Key words: *Glycine max*, physical, chemical, physiological, characteristics.

## ABSTRAK

Benih kedelai (*Glycine max L.*) tergolong benih yang daya simpannya relatif singkat (kurang dari 3 bulan) dibandingkan dengan benih padi, jagung, dan sorgum. Daya simpan benih kedelai sangat ditentukan oleh varietas, kondisi penyimpanan (kadar air

awal simpan, jenis kemasan, dan suhu ruang penyimpanan), dan kondisi lingkungan prapanen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter fisik, kimia, dan fisiologis beberapa varietas benih kedelai. Percobaan dilakukan di laboratorium benih, Kelompok Peneliti Ekofisiologi Balittan Bogor dari Oktober 1995 sampai Mei 1996. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan tiga faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah empat varietas kedelai yaitu: Galunggung, Wilis, Tidar, dan Cikurai. Faktor kedua adalah jenis kemasan yaitu kantong plastik dan kantong kain. Faktor ketiga adalah lama penyimpanan yaitu 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 bulan. Data yang diamati mencakup karakter fisik, kimia, dan fisiologis (daya berkecambah, uji tetrazolium, panjang akar primer, dan plumula kecambah) benih. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakter fisik (bobot 100 butir dan tebal kulit benih) dan kimia benih (protein dan lemak) berbeda antarvarietas. Varietas Galunggung mempunyai bobot 100 butir tertinggi (13,4 g), sedangkan varietas Tidar bobot 100 bijinya paling rendah (5,70 g). Ketebalan kulit benih berkisar antara 0,097–0,170 mm. Varietas Cikurai mempunyai kulit benih paling tebal (0,170 mm), sedangkan varietas Tidar kulit benihnya paling tipis (0,097 mm). Kandungan protein benih tertinggi pada varietas Tidar (43,8%) dan terendah pada varietas Wilis (42%). Kandungan minyak tertinggi pada varietas Tidar (22%) dan terendah pada varietas Galunggung (21,4%). Interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap semua parameter karakter fisiologis yang diamati. Varietas Cikurai mempunyai karakter fisiologis yang lebih baik dibanding varietas lainnya. Pada kemasan kantong kain, setelah lima bulan penyimpanan daya berkecambah benih masih 89,70%. Benih varietas Wilis mempunyai karakter fisiologis yang kurang baik, pada kondisi dan lama simpan yang sama daya berkecambahnya menurun drastis sampai 27,5%. Apabila benih disimpan pada kantong plastik, daya berkecambah benih semua varietas masih 80,0%, setelah lima bulan penyimpanan.

Kata kunci: *Glycine max*, karakter, fisik, kimia, fisiologis.

## PENDAHULUAN

Salah satu kendala budi daya kedelai adalah kurang tersedianya benih yang memenuhi kriteria lima tepat yaitu tepat jenis, tepat mutu, tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat harga. Benih kedelai yang disimpan pada tempat terbuka, daya berkecambahnya menurun

setelah tiga bulan penyimpanan. Untuk menjamin ketersediaan benih unggul bermutu yang memenuhi kriteria lima tepat maka perlu dicari varietas unggul yang mempunyai daya simpan tinggi. Menurut Delouche (1977), daya simpan benih dipengaruhi oleh empat faktor utama yaitu karakter genetik, viabilitas dan vigor awal simpan, suhu ruang penyimpanan, dan kadar air benih serta kelembaban udara di ruang penyimpanan.

Di antara varietas kedelai terdapat perbedaan daya simpan dan ketahanan terhadap deraan cuaca lapang. Ukuran benih, warna benih, dan permeabilitas kulit benih berpengaruh terhadap vigor daya simpan benih kedelai. Varietas kedelai yang berbiji kecil dan sedang umumnya mempunyai kulit berwarna gelap dan daya simpan, vigor, serta ketahanannya terhadap deraan cuaca lapang lebih baik dibanding varietas yang berbiji besar dan berwarna terang (Hartwig dan Potts, 1987; Horling *et al.*, 1991; Kulik dan Yaklich, 1991; Mugnisyah, 1991; Nugraha, 1987). Sukarman dan Raharjo (1995) melaporkan bahwa varietas kedelai berbiji kecil dan kulit berwarna gelap lebih toleran terhadap deraan fisik (suhu 42°C dan kelembaban 100%) dibanding varietas berbiji besar dan berkulit terang.

Berdasarkan permasalahan dan informasi tentang perbedaan daya simpan antarvarietas kedelai maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi karakter fisik kimia dan fisiologis (daya berkecambah, viabilitas, panjang plumula dan radikula) empat varietas kedelai. Dengan adanya informasi karakter fisik, kimia, dan fisiologis antarvarietas kedelai diharapkan dapat memberikan masukan dalam perakitan varietas unggul yang mempunyai daya simpan tinggi dan tahan terhadap deraan cuaca lapang.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Bogor dari Oktober 1995 hingga Mei 1996. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga faktor dan tiga ulangan, yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah empat varietas kedelai yaitu Galunggung, Wilis, Tidar, dan Cikurai. Faktor kedua adalah dua jenis kemasan yaitu kantong plastik kedap udara dan

kantong kain. Sebagai faktor ketiga adalah enam periode penyimpanan yaitu 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 bulan. Benih yang digunakan dalam percobaan ini berasal dari hasil panen di Kebun Percobaan Muara, Bogor, pada September 1995. Setelah panen, benih dikeringkan sampai kadar air  $\pm 8\%$ , kemudian dikemas dan disimpan sesuai dengan perlakuan. Penyimpanan dilakukan pada ruangan bersuhu kamar.

Parameter yang diamati meliputi sifat fisik (bobot 100 biji, tebal kulit biji dan warna kulit biji), kandungan kimia benih (protein dan lemak) dan karakter fisiologis benih (daya berkecambah, uji tetrazolium, panjang akar primer, dan plumula). Kandungan protein benih ditetapkan berdasarkan metode Kejdhal sedangkan kadar lemak menurut metode Soxhlet. Daya berkecambah benih diamati setelah benih ditanam pada substrat kertas merang dengan metode (UKD<sub>dp</sub>), kemudian dikecambahkan pada alat pengecambah tipe IPB 72-I. Viabilitas benih diamati berdasarkan uji tetrazolium. Benih dianggap viabel apabila berwarna merah cerah khususnya pada bagian poros embrio dan tidak viable apabila benih telah berwarna merah gelap kehitam-hitaman dan akhirnya tidak berwarna (AOSA, 1970).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakter Fisik dan Kimia Benih

Hasil pengamatan karakter fisik dan kimia benih dari empat varietas kedelai disajikan pada Tabel 1. Bobot 100 butir berkisar dari antara 5,7-13,4 g. Bobot 100 butir tertinggi dijumpai pada varietas Galunggung (13,4 g) dan terendah pada varietas Tidar (5,70 g). Ketebalan kulit benih berkisar antara 0,097-0,170 mm. Varietas Cikurai mempunyai kulit yang paling tebal (0,170 mm), sedangkan varietas Tidar mempunyai kulit paling tipis (0,097 mm).

Kandungan protein benih berkisar antara 42,0-43,8%. Varietas Tidar mempunyai kandungan protein paling tinggi (43,8%), sedangkan kandungan protein varietas Wilis adalah yang paling rendah (42%). Kandungan lemak keempat varietas kedelai berkisar antara 21,4-22%. Kandungan lemak tertinggi didapatkan pada varietas Tidar (22%) dan terendah pada varietas Galunggung (21,4%).

Tabel 1. Karakter fisik dan kimia benih empat varietas kedelai.

Varietas	Bobot 100 biji(g)	Tebal kulit (mm)	Warna kulit	Kandungan (%)	
				Protein	Lemak
Galunggung	13,4	0,112	Kuning	43,0	21,4
Wilis	10,4	0,127	Kuning	42,0	21,7
Tidar	5,7	0,097	Hijau	43,8	22,0
Cikurai	8,7	0,170	Hitam	42,5	21,5

Tabel 2. Pengaruh interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan terhadap daya berkecambah benih kedelai.

Varietas	Jenis kemasan	Daya berkecambah benih (%)					
		Lama penyimpanan (bulan)					
		0	1	2	3	4	5
Galunggung	K. plastik	100,0 a	98,0 abc	95,5 ab	96,0 bcd	96,0 bcd	94,7 cde
	K. kain	100,0 a	98,0 abc	98,5 abc	84,4 ijk	78,3 lmn	65,0 fg
Wilis	K. plastik	99,5 ab	97,5 bc	97,5 abcd	96,0 bcd	84,5 ijk	80,0 klm
	K. kain	99,5 ab	98,5 bc	94,5 cde	85,0 ijk	77,2 lmn	47,5 r
Cikurai	K. plastik	100,0 a	97,5 abcd	96,5 bcd	92,5 efg	84,2 efg	85,5 ijk
	K. kain	100,0 a	99,5 ab	97,5 abcd	88,5 ghi	87,5 ghi	66,0 fg
Tidar	K. plastik	100,0 a	100,0 a	98,0 abc	96,0 bcd	93,5 efg	93,5 efg
	K. kain	100,0 a	100,0 a	97,0 abcd	96,0 bcd	90,5 gh	89,0 ghi

Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran benih keempat varietas yang diuji bervariasi. Hal ini erat kaitannya dengan karakter genetik yang mengontrol pembentukan/perkembangan ukuran benih dari masing-masing varietas. Kandungan protein dan lemak pada benih cukup tinggi, yaitu >42,0% untuk protein dan >21,0% untuk lemak. Hal ini penting artinya dalam memenuhi kebutuhan protein dan lemak bagi masyarakat dengan harga relatif murah. Selain itu minyak kedelai mempunyai kandungan asam lemak tidak jenuh yang rendah, sehingga komoditas ini dapat dikembangkan sebagai bahan baku industri minyak.

### Karakter Fisiologis

#### Daya Berkecambah Benih

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa daya berkecambah benih kedelai nyata dipengaruhi oleh interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan. Daya berkecambah menurun seiring dengan lamanya penyimpanan dan laju penurunannya dipengaruhi oleh varietas dan jenis kemasan. Daya

berkecambah benih yang disimpan dalam kantong plastik ke udara hingga 5 bulan penyimpanan masih di atas 80%. Apabila disimpan dalam kantong kain maka daya berkecambah benih menurun hingga mencapai 47,5-66% setelah 5 bulan penyimpanan, kecuali untuk varietas Tidar yang daya berkecambahnya masih 89% (Tabel 2).

Dari data tersebut dapat dikemukakan bahwa varietas Cikurai mempunyai daya simpan yang lebih baik dibanding varietas Galunggung, Wilis, dan Tidar. Perbedaan daya simpan keempat varietas tersebut memperkuat pendapat adanya pengaruh sifat genetik (permeabilitas dan warna kulit benih) terhadap daya simpan benih kedelai. Varietas Cikurai memiliki biji yang kecil, kulit biji paling tebal dan berwarna hitam. Penelitian terdahulu menemukan bahwa varietas kedelai berbiji sedang atau kecil umumnya memiliki kulit berwarna gelap, tingkat permeabilitas rendah, dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi penyimpanan yang kurang optimal dan tahan terhadap deraan cuaca lapang dibanding varietas yang berbiji besar dan kulit biji berwarna terang (Nugraha, 1987; Horling *et al.*, 1991; dan Mugnisyah, 1991).

Laju penurunan daya berkecambah benih yang dikemas dalam kantong plastik lebih lambat dibanding yang disimpan dalam kantong kain. Hal ini disebabkan karena kemasan plastik dapat mengisolasi benih dari kelembaban udara di luar kemasan, sehingga kadar air benih dalam kemasan relatif tidak berubah. Lebih lanjut, aktivitas respirasi benih dapat dihambat dan proses kemunduran mutu benih lebih lambat sehingga daya simpan benih relatif lebih panjang. Kadar air benih kedelai yang disimpan dalam kantong kain berfluktuasi dan respirasi tidak terkontrol sehingga laju kemunduran mutu fisiologis benih lebih cepat dan daya simpannya lebih singkat.

Menurut Sadjad (1989), daya berkecambah benih berhubungan erat dengan laju respirasi. Laju respirasi benih yang tinggi akan menyebabkan perombakan cadangan makanan di dalam benih makin cepat sehingga viabilitas benih selama penyimpanan cepat menurun. Roberts (1973) mengemukakan bahwa semua sistem sel di dalam benih akan mengalami kemunduran sesuai dengan waktu dan laju kemundurannya dipengaruhi oleh kombinasi suhu ruang simpan, kadar air awal penyimpanan, dan ketersediaan oksigen dalam ruang penyimpanan.

## Viabilitas Benih

Viabilitas benih yang diamati berdasarkan uji cepat dengan tetrazolium nyata dipengaruhi oleh interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan (Tabel 3). Secara umum dapat dikemukakan bahwa nilai viabilitas benih mengikuti pola yang sama dengan uji daya berkecambah benih, di mana setelah 5 bulan penyimpanan viabilitas benih telah menurun. Apabila dikemas dalam kantong kain maka laju penurunan viabilitas benih lebih cepat dibandingkan dengan benih yang disimpan dalam kantong plastik.

Viabilitas benih yang disimpan dalam kantong plastik masih >88,5% setelah 5 bulan penyimpanan. Pada benih yang dikemas dalam kantong kain, varietas Cikurai mempunyai viabilitas benih tertinggi (89,0%), kemudian diikuti oleh varietas Galunggung (68%), Tidar (52%), dan Wilis (47,5%). Adanya perbedaan viabilitas benih antarvarietas erat kaitannya dengan sifat genetik, fisik, dan kimia benih seperti yang telah dibahas pada aspek daya berkecambah.

Lebih cepatnya penurunan viabilitas benih yang dikemas dalam kantong kain erat kaitannya dengan aktivitas enzim dehidrogenase. Melemahnya aktivitas enzim dehidrogenase dan matinya jaringan benih menyebabkan benih pada bagian poros embrio tidak berwarna atau intensitas pewarnaan menjadi berkurang apabila direndam dalam larutan garam tetrazolium (AOSA, 1970; Copeland dan Mc Donald, 1985).

Tabel 3. Pengaruh interaksi antara varietas, jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai.

Varietas	Jenis kemasan	Viabilitas benih (%)					
		Lama penyimpanan (bulan)					
		0	1	2	3	4	5
Galunggung	K. plastik	100,0d	98,0 bcd	99,5 ab	99,5 ab	98,5 abc	91,5 efg
	K. kain	98,9 bcd	93,5 fg	96,5 cde	96,5 cde	86,0 lmn	68,0 k
Wilis	K. plastik	99,0 abc	93,5 fg	95,4 def	99,0 abc	98,0 bcd	93,5 def
	K. kain	97,0 bcd	95,5 def	94,5 def	90,0 fgh	89,5 ghi	45,0 mn
Tidar	K. plastik	98,0 bcd	95,0 def	96,5 cde	96,0 cde	97,5 bcd	88,5 ghi
	K. kain	96,0 cde	94,5 def	94,5 def	97,0 bcd	87,5 hij	52,0 l
Cikurai	K. plastik	100,0 a	97,0 cde	94,5 def	95,5 def	99,1 efg	92,0 efg
	K. kain	99,0 ab	96,0 cde	100,0 g	96,5 cde	96,5 gh	89,0 ghi

Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

### Panjang Akar Primer dan Plumula Kecambah

Panjang akar primer dan plumula kecambah yang mencerminkan kecepatan pertumbuhan kecambah nyata dipengaruhi oleh interaksi antara varietas, kemasan, dan lama penyimpanan. Secara umum dapat dikemukakan bahwa panjang akar primer dan panjang plumula kecambah benih yang dikemas dalam kantong plastik relatif tidak menurun, meskipun telah disimpan selama 5 bulan. Sebagai contoh, panjang akar primer varietas Galunggung pada awal penyimpanan adalah 7,3 cm. Setelah 5 bulan penyimpanan, panjang akarnya meningkat menjadi 12,8 cm. Apabila benih dikemas dalam kantong kain, panjang akar primer dan plumula meningkat setelah 3 bulan penyimpanan, tetapi setelah itu panjang akar primer dan plumulanya turun drastis.

Peningkatan panjang akar primer dan plumula kecambah sampai batas tertentu diduga erat kaitannya dengan pengaruh peningkatan permeabilitas benih terhadap air dan oksigen, sehingga proses imbibisi berjalan lebih cepat setelah benih dikecambahkan, perombakan cadangan makanan berlangsung lebih cepat, dan akhirnya pertumbuhan kecambah menjadi lebih cepat pula. Sadjad (1989) mengemukakan, besarnya perombakan cadangan makanan yang dapat dimanfaatkan dalam proses perkecambahan akan mempengaruhi pertumbuhan kecambah. Hasil penelitian ini memperkuat penelitian terdahulu bahwa penyimpanan benih pada batas tertentu dapat berfungsi sebagai *priming* yang dapat memacu proses imbibisi, aktivitas enzim, dan pertumbuhan kecambah (Bulan, 1988; Delouche, 1980; dan Sukarman, 1992).

Tabel 4. Pengaruh interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan terhadap panjang radikula.

Varietas	Jenis kemasan	Panjang radikula (cm)					
		Lama penyimpanan (bulan)					
		0	1	2	3	4	5
Galunggung	K. plastik	7,29 hij	10,60 hij	9,14 fgh	12,35 ad	12,42 abc	12,76 abc
	K. kain	7,76 fgghi	13,17 a	11,56 cde	11,35 cde	3,75 ejk	2,79 l
Wilis	K. plastik	7,32 hij	12,72 abc	12,28 abc	11,11 cde	12,95 abc	9,35 def
	K. kain	7,11 bcd	9,91 def	12,28 abc	11,16 cde	4,95 jk	2,80 l
Tidar	K. plastik	7,48 ghi	12,26 abc	10,68 efg	10,73 cde	10,53 ijk	11,56 bcd
	K. kain	7,85 fgghi	9,69 efg	10,17 efg	10,57 cde	6,28 ijk	4,35 k
Cikurai	K. plastik	5,95 jk	9,69 efg	10,44 cde	10,35 cde	12,88 abc	13,95 g
	K. kain	6,27 jk	12,87 abc	9,71 efg	11,48 bcd	6,33 ijk	4,24 k

Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

Tabel 5. Pengaruh interaksi antara varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan terhadap panjang plumula.

Varietas	Jenis kemasan	Panjang plumula (cm)					
		Lama penyimpanan (bulan)					
		0	1	2	3	4	5
Galunggung	K. plastik	5,75 fgh	5,14 hij	4,99 ijk	6,21 efg	4,91 ijk	4,27 kl
	K. kain	5,33 ghi	6,41 efg	5,51 ghi	6,33 efg	3,99 lm	0,92 n
Wilis	K. plastik	5,77 fgh	6,27 efg	5,19 hij	5,15 hij	6,13 efg	4,63 kl
	K. kain	5,78 fgh	7,79 bcd	6,58 efg	7,66 bcd	5,25 hij	0,80 n
Tidar	K. plastik	5,75 fgh	5,69 fgh	6,32 efg	7,79 cde	5,54 ghi	5,08 ijk
	K. kain	6,15 hij	9,25 ab	7,10 cde	9,44 a	5,66 ghi	3,15 m
Cikurai	K. plastik	5,04 hij	5,26 ghi	6,20 efg	7,76 bcd	7,71 bcd	7,29 cde
	K. kain	5,41 ghi	7,30 cde	6,06 efg	8,26 abc	5,32 hij	5,07 ijk

Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Bobot benih keempat varietas kedelai yang diuji bervariasi antara 5,7-13,4 g. Bobot benih tertinggi (13,14 g/100 biji) terdapat pada varietas Galunggung sedangkan yang terendah (5,7 g) pada varietas Tidar.

Kandungan protein biji keempat varietas kedelai juga bervariasi, berkisar antara 42,0-43,8%. Varietas Tidar mempunyai kandungan protein tertinggi (43,8%) dan terendah (42%) pada varietas Wilis. Kandungan lemak bervariasi antara 21,4-22%, varietas Tidar mempunyai kandungan lemak tertinggi (22,4%), sedangkan varietas Galunggung memiliki kandungan lemak terendah (21,4 %).

Daya berkecambah, viabilitas, panjang radikula dan plumula biji kedelai nyata dipengaruhi oleh interaksi varietas, jenis kemasan, dan lama penyimpanan.

Varietas Cikurai (berbiji sedang, kulit berwarna hitam) dan Tidar (berbiji kecil, kulit berwarna kuning kehijauan) memiliki daya simpan yang lebih baik dibanding varietas Wilis (berbiji sedang, kulit berwarna kuning).

Kemasan dari kantong plastik lebih baik untuk mempertahankan daya simpan benih kedelai dibanding kemasan dari kantong kain. Pada kadar air awal penyimpanan 8,0-9,9%, daya simpan benih dari keempat varietas tidak nyata menurun hingga 5 bulan penyimpanan.

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk merakit varietas unggul baru yang mempunyai kandungan protein tinggi, ukuran biji sedang, dan daya simpan lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Association of Seed Analysis (AOSA). 1970. Tetrazolium testing. Hand Book for Agricultural Seed. D.F. Grabe (Ed.) AOSA Handbook on Seed Testing. No. 29. 56 p.
- Bulan, P. 1988. Tetrazolium evaluation of mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb) and white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed. Thesis. Miss. State Univ., MS
- Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. 1985. Principles seed science and technology. Macmillan Publishing Co. New York London. 321 p.
- Delouche, J.C. 1977. Soybean seed storage beyond one year. P. 60-73. In Proc. 7th. Soybean Seed Res. Conf. Amer. Seed Trade Assoc., Washington D.C.
- Delouche, J.C. 1980. Environmental effect on seed development and seed quality. Crop Sci. 15: 775-780.
- Hartwig, E.E. and H.C. Potts. 1987. Development and evaluation of impermeable seed coats for preserving soybean seed quality. Crop Sci. 15:775-780.
- Horling, E., E. Ganable, and S. Shanmugasundaram. 1991. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics, field weathering. Seed Sci. and Technol. 19: 665-685.
- Kulik, M.M. and R.W. Yaklich. 1991. Soybean seed coat structure relationship to weathering resistance and infection by the fungus *Phomopsis phaseolus*. Crop Sci. 31: 108-113.
- Mugnisyah, W.Q. 1991. Strategi teknologi produksi benih kedelai untuk mengatasi deraan cuaca lapang, Makalah Penunjang, Seminar Nasional Teknologi Benih III. Univ. Padjadjaran, Bandung, 10 p.
- Nugraha, U. S. 1987. Association of seed coat color and permeability in soybean with resistance to weathering stress and adverse storage conditions. Disert. Ph.D. Miss. State Univ. MS.
- Roberts, E.H. 1973. Loss of viability ultra-structural and physiological aspect. Seed Sci. and Technol. 1: 529-545.
- Sadjad, S. 1989. Konsepsi Steinbauer sebagai landasan pengembangan matematika benih di Indonesia. IPB. Bogor.
- Sukarman. 1992. Physiological quality of mungbean as affected by weathering and adverse storage condition. Thesis MS. Miss. Stae Univ. M.S.
- Sukarman dan M. Raharjo. 1995. Kajian mutu fisiologi benih antara varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.), p. 157-167. Dalam Sunarto (Ed.) Pros. Seminar Nasional Kedelai, 30 Maret 1995. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

# Karakterisasi dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pala

M. Hadad EA<sup>1</sup>, Agus Nurawan<sup>2</sup>, dan Suparman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor

<sup>2</sup>Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian, Cicurug

## ABSTRACT

*Ex situ* conservation and characterization of nutmeg germplasm was carried out at Cicurug Assesment Institute for Agricultural Technology (CAIAT). Four hundred fifty one accession numbers of the 39 types of nutmeg have been collected from the East Indonesia region *i.e.* Mollucan islands, Sulawesi and Papua and planted at the CAIAT on November 26, 1992. Among 39 types of these collections, 54 individu from 30 different types the fruits have been evaluated. Characteristics *i.e.* number and weight of fruits. Within three years evaluation among these accession number Patani 33, 25, 22, 33; Irian 115, Banda 10, and Banda 19 showed their ability in producing high numbers of fruits *i.e.* 130, 104, 90, 76, 86, 96, and 99 fruits respectively. High variability in growth character showed in stem high, leaves size and shape. The leaves thick, colour and hairless variable, and also in stem position and numbers of stem Mandaya 451 had special character. Five accession number *i.e.* Patani 33, 25 and 22, Banda 19 and 10 have been selected as the promising mother trees.

Key words : *Myristica fragrans*, collection, character, germplasm, mother trees.

## ABSTRAK

Konservasi dan karakterisasi plasma nutfah pala dilakukan di IPPTP Cicurug sejak 26 November 1992 dan hingga kini telah terkumpul 39 tipe dengan jumlah 451 pohon yang berasal dari Maluku, Papua, dan Sulawesi. Dari 30 tipe yang diamati dihasilkan 54 pohon sampel. Karakter berbuah terbanyak dalam tiga tahun terakhir ditunjukkan oleh pohon Patani 33 (130 buah) dan Patani 25 (104 buah). Biji dan fuli terberat terdapat pada Patani 33 (15,5 g), Patani 25 (15,5 g), Patani 22 (14,5 g), Banda 19 (15,5 g), Banda 10 (13,5 g). Mandaya 451 memiliki pembuahan yang khas yaitu cabang buah sangat pendek (0,2-0,5 cm) dan buah keluar dari setiap ketiak daun dalam setiap ranting. Nomor yang menunjukkan karakter berbuah ganda disebut buah kembar. Karakter warna fuli ada dua macam yaitu merah dan putih. Pala yang berfuli putih disebut pala gaji. Calon pohon induk terpilih adalah Patani 33, 25, 22 serta Banda 19 dan 10. Pengujian calon pohon induk terpilih akan dilanjutkan pada uji multilokasi melalui perbanyak vegetatif secara sambung pucuk (*grafting*). Bahan tanaman yang akan diuji terdiri atas calon pohon induk sebagai batang atas dan untuk batang bawahnya dipilih dari jenisnya sendiri melalui pembibitan di polibag.

Kata kunci: *Myristica fragrans*, koleksi, karakter, plasma nutfah, pohon induk.

## PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt) termasuk dalam keluarga Myristicaceae dan merupakan tanaman asli Indonesia asal kepulauan Maluku dan Irian Jaya. Volume ekspor pala nasional menentukan struktur perdagangan pala dunia sebab sekitar 74% dari kebutuhan pala dunia dipasok dari Indonesia (BPEN, 1992). Namun kualitas fuli dan biji pala dalam negeri kalah bersaing dari pala Grenada dan India. Untuk daerah Papua, Maluku, dan Sulawesi, fuli dan biji pala merupakan komoditas ekspor dan berperan penting dalam menopang pendapatan asli daerah.

Fuli dan biji pala digunakan sebagai bahan baku, penyegar, penyedap, dan bumbu atau pemberi aroma dalam pengawetan ikan, pembuatan sosis, makanan bakery, dan adonan kue karena fuli, biji, minyak atsiri dan lemak yang dikandungnya memberikan aroma yang merangsang nafsu makan. Di samping itu, pala juga digunakan sebagai obat tradisional seperti obat sulit tidur, penenang, dan lain-lain. Secara tradisional, fuli dan biji pala banyak dimanfaatkan untuk bumbu masak atau penyedap makanan.

Volume ekspor pala Indonesia cenderung menurun, demikian pula nilai ekspornya. Hal ini tampaknya berkaitan dengan kurangnya perhatian terhadap pohon pala yang sudah tua, baik dalam hal peremajaan maupun pemeliharannya. Pengelolaan pascapannya pun dilakukan secara sederhana. Biji atau fuli dari beberapa tipe dicampur, penjemuran tanpa alas dan waktunya tidak teratur. Hal ini mengakibatkan penampilan biji dan fuli jadi kotor, tidak seragam, terserang hama, dan berjamur (Hadad dan Wahid, 1997; Emmizar *et al.*, 1989).

Hal yang sangat mengkhawatirkan adalah terjadinya erosi genetik di beberapa daerah akibat pembangunan yang tidak memperhatikan aspek lingkungan seperti penebangan hutan dan pembukaan lahan.

Hal ini telah menyebabkan hilang dan punahnya berbagai genotipe yang ada (Hadad *et al.*, 1996).

Upaya pelestarian terus dilakukan, di antaranya melalui konservasi berupa pembangunan kebun koleksi *ex situ* pala di IPPTP Cicurug Sukabumi sebagai duplikat kebun koleksi *in situ* IPPTP Bacan. Upaya pelestarian tanaman rempah dan obat diprioritaskan pada (a) tanaman langka, (b) tumbuhan asli Indonesia, (c) tumbuhan yang berumur pendek, (d) mandat Balai, dan (e) tumbuhan yang dibutuhkan dalam jumlah banyak (Bermawie *et al.*, 1995).

Kebun koleksi *ex situ* pala di Cicurug dimulai sejak 26 Nopember 1992 dengan tanaman pelindung pohon kelapa, dan selalu dilengkapi dengan penambahan berbagai tipe dari berbagai kesempatan pengumpulan. Keadaan kebun dan pertanaman umumnya baik. Pemeliharaan berupa penyiangan, pembokoran, pemupukan dengan pupuk kandang dan pupuk anorganik (Urea, TSP, KCL, NPK) dilakukan secara teratur, demikian pula pencegahan hama dan penyakit serta penggemburan dan penanaman tanaman tum-pangsari di antara pohon pala pada beberapa blok. Luas kegiatan koleksi pala pada tahun 1999/2000 mencapai 2 ha dengan populasi 451 pohon dari 39 tipe, 30 tipe di antaranya sudah berbuah dengan 54 pohon sampel terbaik.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah pertanaman pala yang sudah terkumpul di Kebun Koleksi *ex situ* di Instalasi Penelitian dan Pengakjian Teknologi Pertanian (IPPTP) Cicurug, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat pada ketinggian 550 m dpl. Jenis tanah Latosol Merah Kecoklatan dan curah hujan lebih dari 3000 mm/tahun. Pertanaman yang telah terkoleksi berjumlah 39 tipe yang terdiri atas 451 pohon, hasil penanaman tahap pertama tanggal 26 November 1992 kemudian dilanjutkan 5 April 1993 dan November 1998, jarak tanam 8 x 8 m. Bahan tanaman berupa biji berasal dari berbagai daerah di Maluku, Papua, dan Sulawesi. Pertanaman diawali dengan pembibitan dalam polibeg.

Pengamatan terhadap morfologi tanaman dilakukan terhadap seluruh tanaman. Dari 39 tipe yang terdiri atas 451 pohon tersebut dipilih 30 tipe yang sudah berbuah, selanjutnya masing-masing dipilih tiga

pohon terbaik dan ditetapkan 54 pohon sampel. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, tinggi cabang pertama dari permukaan tanah, lebar tajuk U-S/B-T, lilit batang, diameter batang, sudut cabang, bentuk tajuk, jumlah cabang, panjang tangkai daun, lebar daun, tebal daun, panjang daun, dan pengamatan komponen buah (bobot dan bentuk/ukuran) buah, biji, fuli basah dan kering.

Data hasil karakterisasi dianalisis dan dilihat keragamannya. Dalam pemanfaatan plasma nutfah tanaman pala sebagai pohon induk, maka data jumlah buah, berat biji, dan berat fuli (hasil panen Desember 1997/98, 1998/99, 1999/2000) dianalisis menggunakan uji T, hasilnya dijadikan katagori pemilihan calon pohon induk, yang akan digunakan sebagai bahan tanaman dengan menggunakan sambung pucuk dalam uji multilokasi tahun mendatang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi

Hadad *et al.* (1996) melaporkan bahwa tanaman pala di kebun koleksi *ex situ* Cicurug yang baru berbuah pada umur 36 bulan terdapat sebanyak 12 tipe yang terdiri atas Banda 1, 5, 10, Patani 23, 25, 33, 48, Gaji 102, Irian 111, Irian 112, Botol 137, dan Rica 169. Informasi ini menggambarkan bahwa yang disebut pala genjah adalah pala yang telah berbuah sebelum umur 36 bulan setelah tanam.

Pada saat tanaman berumur 6 tahun 8 bulan, jumlah pohon yang dipanen adalah 17 pohon yang terdiri dari Banda 1, 5, 8, 10, Patani 23, 25, 31, 33, 48, Gaji 102, Irian 110, 111, 112, 114, Botol 137, Rica 166, dan 169 yang diikuti oleh pohon lainnya. Hal ini menggambarkan bahwa panen buah pala di Cicurug tidak teratur hampir berlangsung sepanjang tahun. Walaupun demikian dapat diklasifikasikan adanya musim panen yang banyak yaitu satu kali setahun yang biasanya hampir sepanjang bulan November – Februari. Keadaan ini belum diketahui apakah karakter genetik atau pengaruh lingkungan seperti iklim, tanah, dan perlakuan lainnya yang menentukan.

Buah pala terdiri atas bagian daging buah, fuli (selaput biji), dan biji. Nilai ekonomi tertinggi dari tanaman pala berturut-turut adalah pada fuli, biji, dan

daging buah. Fuli dan biji pala merupakan komoditas ekspor dan yang terbanyak dimanfaatkan manusia sebagai bahan segar, instan, minyak pala atau oleoresin. Daging buah relatif bermanfaat dan daging buah pala tua umumnya dibuang atau dijadikan pupuk organik di kebun. Daging buah pala muda yang berumur 6-8 bulan digunakan sebagai manisan, asinan, permen, dan makanan kecil lainnya dan dikonsumsi dalam jumlah terbatas. Di daerah Sumatera Barat, buah pala muda berumur 3 bulan dijadikan sebagai bahan baku minyak pala, semua bagian buah (daging, fuli dan biji) secara bersama-sama diproses menjadi minyak pala. Berdasarkan pertimbangan karakter tersebut maka dipilih calon pohon induk pala yang akan dijadikan bahan tanaman untuk uji multilokasi. Hasil pengamatan terhadap karakter berbuah banyak, berat buah, fuli, dan biji dalam 3 tahun terakhir ditunjukkan oleh pohon yang tercantum dalam Tabel 1.

Data panen buah selama 3 tahun berturut-turut menunjukkan tanda jumlah buah yang meningkat. Hal ini mungkin karena pohon bertambah usia dengan percabangan yang makin meluas. Walaupun demikian terdapat pula nomor yang jumlah buahnya bervariasi, yang belum diketahui dengan pasti karakter yang ditunjukkan oleh sifat dalam (genetik), hibrida atau adanya pengaruh lingkungan seperti iklim, tanah, perlakuan atau ketersediaan pohon jantan. Nomor yang berkarakter berbuah terlebat ditunjukkan oleh Patani 33 (130 buah), Patani 25 (104 buah), Patani 22 (90 buah), Patani 23 (76 buah), Irian 115 (86 buah), Banda 10 (96 buah) dan Banda 19 (99 buah). Dari pohon inipun menunjukkan tidak semuanya stabil dan ada yang bervariasi. Berdasarkan berat biji dan fuli, nomor-nomor yang menunjukkan berat biji dan fuli tertinggi adalah Patani 33 (15,5 g), Patani 25 (15,5 g), Patani 22 (14,5 g), Banda 19 (15,5 g), Banda 10 (13,5 g).

Tabel 1. Berat buah, fuli dan biji dari hasil panen buah Desember 97/98; 98/99; 99/2000.

No.	Tipe tanaman	Panen buah (bh)			Berat (g)		
		1997/98	1998/99	1999/2000	Buah	Fuli	Biji
1	Patani 4	13	15	34	54	2,1	14*
2	Patani 22	47	90*	87*	75*	2,3	15,5*
3	Patani 23	54	60	76*	70*	3,1*	14,5*
4	Patani 25	48	100*	104*	76*	3,2*	15,5*
5	Patani 31	18	28	54	56	2,7	14,8*
6	Patani 33	112**	130**	123**	77,5*	3,6*	15,5*
7	Gaji 90	12	20	34	68,5*	2,6	11
8	Gaji 110	23	12	45	78*	1,7	12
9	Gaji 108	8	10	34	50	1,0	10
10	Gaji 76	12	26	32	54	1,3	10
11	Ternate 117	88*	24	78*	74*	3,1*	15*
12	Ternate 119	20	14	13	53	2,5	13*
13	Botol 120	32	22	43	43	2,6	11
14	Irian 115	27	75*	86*	76,5*	2,1	12
15	Irian 229	21	12	32	76*	1,7	12
16	Irian 236	16	15	23	75*	1,5	11
17	Bagea Yan Maliaro 221	31	14	46	53	2,2	12
18	Bagea Yan Maliaro 222	23	13	85*	71*	3,1*	13,7*
19	Bagea Yan Maliaro 213	39	24	92*	68*	2,8	12
20	Banda 19	86*	48	99*	66,4*	3,5*	15,5*
21	Banda 10	52	78*	96*	62	2,9*	13,5*

KK: 52 %; \* Berbeda nyata pada BNT 5%; \*\* Berbeda sangat nyata pada BNT 1%.

Tabel 2. Karakterisasi komponen buah pala dari pohon sampel, hasil panen 1998/99.

No.	Jenis	Berat buah (g)	Panjang buah (mm)	Lingkar buah (mm)	Warna buah	Bentuk buah	Tebal daging	Berat biji (g)	Ukuran		Rasa/aroma	Jumlah buah/tandan	Berat fuli (g)
									Panjang (cm)	Lingkar (cm)			
1.	Rica	50	52	16	Hijau terang	Bulat	1,3	6	2,8	6,5	Asam	1	0,8
2.	Rica	50	52	16	Hijau terang	Bulat	1,7	10	3,1	7,5	Asam	1	1,4
3.	Rica	50	48	16,5	Hijau terang	Bulat	1,3	10	3,1	7	Asam	1	1,1
4.	Saparua	46	54	12,5	Hijau terang	Lonjong	0,9	8,7	2,7	6	Asam	1	1,9
5.	Saparua	36	52	12	Hijau terang	Lonjong	0,9	6	2,6	6	Asam	1	1,0
6.	Saparua	41	48	12,5	Hijau terang	Lonjong	1,0	7,5	2,6	6	Asam	1	1,4
7.	Gaji	68,5	57	12,5	Hijau terang	Lonjong	1,4	11	2,9	7	Asam	1	2,6
8.	Gaji	78	63	16	Hijau terang	Lonjong	1,4	12	3,4	8	Asam	1	1,7
9.	Gaji	50	53	14	Hijau terang	Lonjong	1,2	10	3,0	7	Asam	1	1,0
10.	Irian	75	53	15	Hijau terang	Lonjong	1,1	11	3,4	7	Asam	1	1,7
11.	Irian	76,5	65	15	Hijau terang	Lonjong	1,2	12	3,3	8	Asam	1	1,5
12.	Irian	75	63	15	Hijau terang	Lonjong	1,2	12	3,4	8	Asam	1	2,2
13.	Patani	76	51	16	Hijau terang	Bulat	1,3	15,5	3,0	9	Asam	1	3,1
14.	Patani	70	50	17	Hijau terang	Bulat	1,3	14,5	3,0	9	Asam	1	2,1
15.	Patani	77,5	52	17	Hijau terang	Bulat	1,4	15,5	2,9	8,5	Asam	1	3,6
16.	Banda	48,6	59	14	Hijau terang	Lonjong	0,8	9	2,8	7	Asam	1	1,9
17.	Banda	62	53	15	Hijau terang	Lonjong	0,9	11,5	3,1	8	Asam	1	1,7
18.	Banda	66,4	53	16	Hijau terang	Lonjong	1,0	13,5	3,7	8	Asam	1	1,5
	CV (%)	32	28	20			36	49	31	24		-	39

Tabel 3. Karakterisasi tanaman pala (*Myristica fragrans*) di IPPTP Cicurug, pohon sampel pada umur 6-7 tahun.

Tipe tanaman	No. tan	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi cabang /tanah	Lebar tajuk		Lilit batang (cm)	Diame-ter batang	Sudut cabang (derajat)	Bentuk tajuk	Jumlah cabang	P. tangkai daun (cm)	Lebar daun (cm)	Tebal daun (mm)	Panjang daun (cm)
				U-S (cm)	T-B (cm)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Banda	5	580	15,3	350	380	32,5	9,7	90	Kerucut	65	1,9	7,9	0,1	9,9
Banda	11	490	22	300	295	27	8,7	90	kerucut	60	1,4	7,8	0,1	18,5
Patani	36	495	25,8	475	475	30,2	8,8	90	oval	68	2	8,4	0,1	20
Patani	43	790	35,5	565	500	38,1	11,3	80	oval	157	1,5	5,8	0,1	12,5
Manado	58	500	20,4	500	515	35,3	10,2	90	oval	65	1,5	7,6	0,1	15,7
Manado	60	310	34,1	440	445	28,9	8,5	80	oval	49	2	7,7	0,1	16,6
Gaji	76	420	33	430	435	22,7	6,3	80	oval	56	1,6	8	0,1	18
Gaji	81	510	30	395	430	30,1	8,4	90	selinder	56	1,1	6,1	0,1	14,6
Irian	111	520	30	530	540	36	10	90	oval	69	1,4	7,4	0,1	16,2
Irian	112	600	22,3	705	725	42	11,2	90	kerucut	75	1,3	8	0,1	15,8
Ternate	115	510	30,2	420	425	28,6	8	90	kerucut	68	1,3	8	0,1	14
Ternate	117	570	20	425	435	29,5	8,3	80	bulat	66	1,3	8	0,1	18,3
Botol	125	505	16,4	500	500	33,1	6,6	90	bulat	39	1,4	7,7	0,1	18,2
Botol	126	490	8	500	510	21,6	9,1	85	kerucut	48	1,1	7,5	0,1	16
Kupal	139	600	42	490	500	30,5	8,5	90	silinder	79	1,2	7	0,1	14,9
Kupal	140	620	54	390	410	30	8,9	90	bulat	50	1,6	6,8	0,1	15
Hutan Ambon	142	760	32,4	700	715	37	11	90	bulat	40	1,5	9,5	0,1	19,2
Saparua	143	325	16	500	500	36	10,4	90	kerucut	38	1,4	7	0,1	19,4
Saparua	145	600	15	495	525	39,5	10,8	90	kerucut	71	1,5	9	0,1	18
Bulat panjang	147	370	40,4	350	358	22,1	7	90	kerucut	57	1,6	5	0,1	18
Bulat panjang	148	545	41,2	390	395	23,2	8,2	90	kerucut	70	1,6	6	0,1	13,9
Bacan biji dua	150	470	60,5	405	415	39,8	15,2	85	kerucut	55	1,5	4,5	0,1	12,3
Bacan biji dua	155	565	66	450	475	41,2	12	90	kerucut	78	1,4	8	0,1	17,2
Rica	161	452	57,4	398.5	390	34,1	9,4	90	kerucut	71	1,4	7,2	0,1	16
Rica	165	625	56	450	490	34,2	10	90	kerucut	74	1,4	6,2	0,1	15
Rica	169	530	91,1	525	550	35	9,3	90	kerucut	38	2,6	6,7	0,1	18,3
Bag yan	176	520	15,2	450	475	28,7	8,4	90	kerucut	65	1,6	9,2	0,1	18,4
Ternate	182	300	20	385	385	23,5	6,5	90	kerucut	34	1	7,7	0,1	14,9

Tabel 3. Sambungan.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Banda selaman	202	290	20,2	300	280	16,1	4,9	90	Kerucut	41	1,1	6,2	0,1	18,5
Banda selaman	228	430	20,2	360	360	21,6	6	80	Selinder	44	2,4	9,2	0,1	14,1
Gaji mari kurabu	229	500	40,6	300	300	20,2	5,7	80	Selinder	52	1	5,8	0,1	16
Papea irian ternate	243	500	45,2	400	415	22,6	6,2	85	Bulat	50	1,2	7,2	0,1	15
Irian Jati Ternate	248	260	16	290	335	23,5	7	10	Kerucut	60	1,2	7,1	0,1	15,2
Irian Jati Ternate	249	370	18,4	250	250	22,0	6	20	Kerucut	48	1,2	7,1	0,1	16
Amb-Ma Hitu	252	260	11	240	335	23,5	7	10	Kerucut	60	1,5	7,1	0,1	16
Amb-Ma Hitu	253	555	37,5	360	250	22,0	6	10	Kerucut	48	1,3	7,1	0,1	16,2
Irian Yan maliaro	262	450	40	340	265	14,1	4,2	20	Kerucut	30	1,7	6,4	0,1	17
Irian Yan maliaro	264	410	15,6	250	350	23,0	6,7	20	Kerucut	58	1,2	7,2	0,1	13,6
Seram rusa	274	296	75	210	300	23,0	6,7	70	Kerucut	47	1,5	7,1	0,1	10
Ternate yan Ternate	276	505	16	345	200	15,6	6,0	10	Kerucut	49	2,4	7,5	0,1	17
Ternate yan Ternate	278	525	16	470	200	15,6	4,4	40	Kerucut	31	1,5	9,1	0,1	19
Patani jati ternate	310	265	21	270	350	22,0	6,6	80	Oval	51	1,7	7,3	0,1	12,1
Patani jati ternate	320	285	23	325	475	30,0	8,7	20	Kerucut	55	2	7,1	0,1	15
Bd. Niara Rj. Wali	326	415	13	375	245	19,6	5,4	70	Kerucut	40	1,5	8,5	0,1	16
Tidore jaya tidore	327	399	15	365	335	20,1	6,0	10	Kerucut	29	1	7,9	0,1	17
Tidore jaya tidore	328	300	18	380	380	20,2	6,3	10	Oval	44	1	7,2	0,1	15
Hutan bacan	346	180	61	280	340	23,0	6,7	60	Oval	37	1,1	8,5	0,1	27,1
Hutan bacan	350	380	62	280	380	21,6	6,0	10	Oval	37	1,3	11,5	0,1	41,1
Ternate M. Krb	356	338	18	285	340	20,0	5,5	10	Kerucut	20	1,1	7,3	0,1	18,3
Ternate M. Krb	358	280	49	145	200	11,6	6,2	10	Kerucut	25	1,3	5,1	0,1	12,1
Tidore Jaya	427	265	68,5	150	165	11,7	3,2	10	Kerucut	29	1,3	6,1	0,1	17
Irian Rum Tidore	429	430	18	355	350	20,6	5,7	30	Kerucut	46	1,3	8	0,1	17,1
Irian Rum Tidore	430	285	50	190	225	13,6	3,9	20	Kerucut	35	1,8	8,2	0,1	17,2
Pala Mandaya	451	105	24	40	45	5,1	0,6	40	Oval	4	1,9	12,1	0,1	31,2
CV (%)	-	89	72	39	38	22	21	71		35	19	21	-	25

Berdasarkan hasil analisis data karakter jumlah buah, berat biji, dan fuli serta stabilitas buah, maka calon pohon induk yang terpilih adalah Patani 33, Patani 25, Patani 22, Banda 19 dan Banda 10.

Bagian yang sangat penting dari buah pala yang merupakan komoditas ekspor adalah fuli. Fuli terberat ditemukan pada tipe Patani yaitu 2,93 g, diikuti oleh Irian 1,80 g, Gaji 1,76 g, Banda 1,70 g, Saparua 1,43 g, dan Rica 1,10 g. Warna fuli tidak menunjukkan perbedaan dari masing-masing tipe, semuanya berwarna merah tua. Fuli yang terberat hampir menutupi seluruh permukaan biji pala (Tabel 2). Namun ada beberapa karakter yang tidak terlalu banyak variasinya dari bagian-bagian buah seperti warna buah yang hijau terang, rasa daging buah yang masam, dan jumlah buah pertandan rata-rata satu buah. Karakter ini perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui apakah sifat dalam atau pengaruh luar tanaman yang menentukannya.

Bila dilihat dari beberapa keunggulan yang berhasil diamati maka pala tipe Patani mempunyai banyak keunggulan dan memberikan harapan untuk dijadikan bibit unggul di kebun koleksi *ex situ*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu di mana bentuk dan ukuran biji pala Patani yang terdapat di Tidore, Patani, Ternate, dan Banda menunjukkan jenis pala yang besar dan memberikan harapan untuk dijadikan sumber benih/bibit. Beberapa nomor menunjukkan karakter berbuah ganda sehingga disebut buah kembar. Pala Mandaya 451 memiliki pembuahan yang khas yaitu cabang buah sangat pendek 0,2-0,5 cm dan buah keluar dari setiap ketiak daun. Mandaya 451 dilihat dari karakter buah induknya dapat dijadikan sebagai bahan tanaman untuk diuji. Karakter warna fuli ada dua macam yaitu merah dan putih, dan pala yang menunjukkan fuli putih disebut pala gaji atau pala londo.

Tinggi tanaman merupakan parameter pertumbuhan yang mudah dilihat perubahannya. Pada saat tanaman berumur 6 tahun, pohon pala tertinggi ditunjukkan oleh tipe Patani (7,9 m) dan terendah (2,4 m) pada tipe pala hutan Bacan. Sudut percabangan bervariasi antara 10°-90°. Sudut percabangan ini dapat menghasilkan bentuk tajuk. Umumnya bila pohon pala dengan sudut di atas 80° dengan komposisi percabangan yang teratur, bentuk tajuk cenderung piramidal dan silindris. Sebaliknya, tajuk yang bulat diben-

tuk oleh percabangan yang tidak teratur dengan sudut cabang yang sempit. Selain itu, sudut percabangan yang sempit merupakan salah satu indikator untuk pohon betina, tetapi teori ini masih memerlukan pembuktian dengan cara identifikasi terhadap DNA. Tanaman pala di Cicurug umumnya mempunyai tajuk piramidal, silindris, dan bulat.

Angka keragaman morfologi komponen pertumbuhan pala di kebun koleksi *ex situ* Cicurug cukup tinggi. Keragaman yang mencolok lainnya seperti tinggi cabang pertama dari permukaan tanah, lebar tajuk arah utara-selatan dan barat-timur, jumlah cabang, diameter batang, panjang dan lebar daun, panjang tangkai daun, dan bentuk daun.

Hal tersebut juga pernah dilaporkan oleh Hadad *et al.* (1996) dimana keragaman yang sangat mencolok dari koleksi plasma nutfah yang ditanam di Cicurug adalah panjang tangkai daun, panjang tunas vertikal, jumlah daun kepel, lilit daun, lebar tajuk, tinggi tanaman, jumlah cabang dan tinggi cabang pertama. Angka keragaman terendah ditemukan pada warna daun muda, daun tua, ujung daun, bulu daun, letak cabang pada buku, jumlah cabang per buku, warna daging buah, warna fuli, dan warna biji (Tabel 3).

### Kandungan Kimia Fuli dan Biji Pala

Buah pala terdiri atas daging buah (*pericarp*), biji pala, dan fuli (*mace*) yaitu *arillus* atau selaput berwarna merah seperti jala yang menutupi biji.

Dalam prakteknya di pulau Banda, Ambon, Ternate, Tidore atau Bacan, perbandingan berat biji kering dengan fuli kering rata-rata 4 : 1 di pulau lain dari gugusan kepulauan Maluku berat fuli berbeda-beda dan umumnya lebih rendah. Purseglove *et al.* (1981) menyatakan perbandingan biji pala kering terhadap fuli kering adalah 20 : 3 atau sekitar 6.67 : 1. Perbandingan berat bagian-bagian buah pala dari pala Banda tercantum dalam Tabel 4.

Menurut Somaatmadja (1981), dari buah pala segar dapat dihasilkan daging buah sebanyak 83,3%, fuli 3,22%, tempurung 3,94% dan daging biji 9,54%. Komposisi kimia fuli dan biji pala hampir sama seperti tercantum dalam Tabel 5.

Hasil pengamatan keseimbangan masa dan perbandingan berat biji terhadap fuli serta rendemen oleoresin dari nomor pala Banda dengan buah bulat dan nomor pala Botol dengan buah lonjong masing-masing dalam kategori umur buah muda (4-5 bulan) dan buah tua 9 bulan tercantum dalam Tabel 6.

Senyawa-senyawa yang teridentifikasi pada minyak pala dan fuli menurut Purseglove *et. al.* (1981) tercantum dalam Tabel 7. Data hasil analisis proksi-

mat fuli dari nomor pala Banda dengan buah bulat dan nomor pala Botol dengan buah lonjong masing-masing dalam kategori umur buah muda (4-5 bulan) dan buah tua (9 bulan) serta nomor Manado 13, tercantum dalam Tabel 8. Data bobot jenis (BJ 25/25°C), kadar minyak atsiri oleoresin, indeks bias minyak atsiri dan sisa penguapan minyak atsiri, semuanya dari oleoresin fuli tercantum dalam Tabel 9.

Tabel 4. Berat bagian-bagian buah pala

Bagian buah	Berat basah (%)	Berat kering angin (%)
Daging	77,8	9,93
Fuli	4,0	2,61
Tempurung	5,1	4,02
Biji	13,1	8,40

Tabel 5. Komposisi kimia fuli dan biji pala

Komposisi	Fuli (%)	Biji (%)
Air	9,8-12,0	5,8-10,8
Prrotein (Nx6.25)	6,3-7,0	6,6-7,0
Minyak atsiri	6,3-8,3	2,6-6,9
Ekstrak alkohol	22,1-24,8	10,4-17,4
Minyak lemak	21,6-23,7	28,7-36,9
Pati	49,9-64,9	31,8-49,8
Serat kasar	2,9-4,0	2,4-3,7
Abu	1,8-2,5	2,1-3,3

Sumber: Somaatmadja (1984).

Tabel 6. Keseimbangan masa fuli dan perbandingan berat biji terhadap fuli, serta rendemen oleoresin dari nomor pala Banda dan Botol.

Nomor pala	Persen fuli/buah	Biji : fuli	Rendemen oleoresin (%)
Banda muda (4-5 bulan)	1,21	12,41 : 1	32,92
Banda tua (9 bulan)	2,54	8,39 : 1	20,05
Botol muda (4-5 bulan)	1,31	8,68 : 1	27,12
Botol tua (9 bulan)	2,62	8,82 : 1	25,83

Tabel 7. Senyawa-senyawa teridentifikasi pada minyak pala dan minyak fuli

Senyawa	Minyak pala	Minyak fuli	Senyawa	Minyak pala	Minyak fuli
Hidrokarbon monoterpen			Monoterpen aromatis		
Camphene	X	X	p-cymene	X	X
Delta -3-carene	X	-	p-menthyl-		
Limonene	X	X	isopropenyl- benzene	-	X
Myrcene	X	X	Eter aromatis		
Alpha-phellandrene	X	X	Elemicin	X	X
Alpha-pinene	X	X	Cis dan trans-		
Beta-pinene	X	X	isoelemicin	X	X
Sabinene	X	X	Eugenol	X	X
Alpha terpinene	X	X	Trans-isoeugenol	X	X
Gamma-terpinene	X	X	Trans-methyl-		
Terpimolene	X	X	isoeugenol	X	-
Alpha-thujene	X	-	Methyl eugenol	X	X
Hidrokarbon teroksigenasi			Mristicin	X	X
Camphor	X	-	Safrole	X	X
1:8-cineole	X	X	Seskuiterpen		
Menthone	X	-	Beta-cryophyllene	X	X
Borneol	X	-	Copaene	X	X
Citronellol	X	-	Miscellaneous		
Geraniol	X	X	Myristic acid	X	-
Linalol	X	X	Trimyristi	X	-
Cis-p-menth-2-en-ol	X	X	Cumene	X	-
Cis-piperitol	X	X	Cyclamen aldehyde	X	-
Alpha-terpineol	X	X	Toluene	X	-
Beta-terpineol	X	-			
Terpinen-4-ol	X	X			
Bornyl acetate	X	-			
Geranyl acetate	X	X			
Linalyl acetate	X	-			
Menthyl isovalerate	X	-			
Terpinen-4-acetate	X	X			
Cis dan trans-sabinene hydrate	X	X			

Sumber: Purseglove *et. al.* (1981)

X = Teridentifikasi, - = Tidak teridentifikasi

Tabel 8. Proksimat fuli dari nomor pala Banda dan Botol dengan buah muda dan tua.

Nomor pala	Kadar air (%)	Kadar lemak (%)	Kadar abu (%)
Banda muda (4-5 bulan)	6,0	39,5	5,2
Banda tua (9 bulan)	6,0	26,8	2,4
Botol muda (4-5 bulan)	6,0	37,9	4,8
Botol tua (9 bulan)	6,0	32,9	2,3
Manado 13	4,98	36,0	3,2

Tabel 9. Bobot jenis, kadar minyak atsiri, indeks bias minyak atsiri dan sisa penguapan minyak atsiri dari oleoresin fuli.

Nomor pala	Berat jenis (BJ 25/25°C)	Kadar minyak atsiri (%)	Indeks bias 20°C	Sisa penguapan (mg/3 ml)
Banda muda (4-5 bulan)	0,9929	63,92	1,4858	17,1
Banda tua (9 bulan)	0,9863	38,54	1,4925	43,4
Botol muda (4-5 bulan)	1,0012	65,65	1,4879	22,5
Botol tua (9 bulan)	0,9770	37,13	1,4858	57,2

Tabel 10. Spesifikasi mutu oleoresin fuli pala.

Karakterisasi	Syarat mutu
Bobot Jenis (25/25 oC)	0,955-1,005
Kadar minyak atsiri (ml/100 g)	20-50
Putaran optik minyak atsiri	(-20)- (+ 450)
Indeks bias minyak atsiri	1,469-1,500
Sisa pelarut	Sesuai dengan peraturan <i>Federal Food drugs and Cosmetics Act</i>

Sumber: EOA (1956).

Tabel 11. Syarat mutu minyak atsiri pala menurut SII.

Karakterisasi	Syarat mutu
Bobot Jenis (25/25°C)	0,854-0,925
Putaran optik (LD 20)	(+10°)- (+30°)
Indeks bias 20°C	1,474-1,497
Sisa penguapan (dari 3 ml contoh)	maksimum 60 mg
Minyak pelikan	negatif
Kelarutan dalam ethanol 90%	1 : 1 jernih seterusnya jernih

Sumber: SII.

### Pemanfaatan

Biji dari pohon sampel termasuk nomor calon pohon induk dibibitkan dalam polibag, tiap nomor sampel disiapkan sebanyak 100 bibit. Bibit dari pohon tersebut selanjutnya akan dijadikan sebagai bahan batang bawah dalam perbanyakan vegetatif yang menggunakan cara sambung pucuk. Sebagai bahan batang atasnya digunakan nomor calon pohon induk. *Grafting* dilaksanakan setelah bibit berumur 8-12 bulan atau bibit setelah cukup tinggi dan dengan batang sebesar pensil atau dengan diameter 0,5-1,0 cm.

Penggunaan oleoresin dalam industri makanan lebih menguntungkan daripada digunakan sebagai rempah secara langsung. Mutu makanan yang ditambahkan oleoresin akan lebih terkontrol karena variasi senyawa kimia pala oleoresin lebih sederhana dibandingkan dengan variasi senyawa kimia pada rempah. Oleh karena itu, data tentang mutu oleoresin perlu diketahui. Spesifikasi mutu oleoresin untuk sementara digunakan menurut *Standard of Essential Oil Association of USA* (EOA Nomor 241) seperti tercantum dalam Tabel 10, sedangkan syarat mutu minyak pala menurut Standar Industri Indonesia (SII) disajikan dalam Tabel 11.

## KESIMPULAN

Konservasi plasma nutfah tanaman pala di IPPTP Cicurug perlu dipelihara dan dipertahankan kelestariannya. Jumlah koleksi *ex situ* pala di IPPTP Cicurug telah bertambah satu tipe dengan tiga pohon yaitu pala Mandaya nomor 451.

Pengamatan terhadap 30 tipe yang telah berbuah menghasilkan 54 pohon sampel. Karakter berbuah banyak, dalam tiga tahun terakhir ditunjukkan oleh nomor pohon Patani 33 (130 buah), Patani 25 (104 buah), Patani 22 (90 buah), Patani 23 (76 buah), Irian 115 (86 buah), Banda 10 (96 buah) dan Banda 19 (99 buah). Karakter biji dan fuli terberat ditunjukkan oleh pohon Patani 33 (15,5 g), Patani 25 (15,5 g), Patani 22 (14,5 g), Banda 19 (15,5 g), dan Banda 10 (13,5 g). Calon pohon induk pala terpilih adalah Patani 33, 25, 22, Banda 19 dan 10. Karakter nomor pala Mandaya 451 menunjukkan pembuahan yang khas yaitu cabang buah sangat pendek (0,2-0,5 cm) dan buah keluar dari setiap ketiak daun dalam setiap ranting.

Beberapa nomor pohon menunjukkan karakter berbuah ganda sehingga disebut buah kembar. Karakter warna fuli ada dua macam yaitu merah dan putih, pala yang menunjukkan fuli putih disebut pala gaji. Calon pohon induk yang telah terpilih akan dilanjutkan pengujiannya pada uji multilokasi, melalui perbanyakan vegetatif secara sambung pucuk (*grafting*). Bahan tanaman yang akan diuji terdiri atas calon pohon induk sebagai batang atas dan untuk batang bawahnya dipilih dari jenisnya sendiri melalui pembiakan di polibag.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada M. Kubuh WTK, Makbul Salmin, dan E. Bunyamin yang telah merintis pembentukan kebun Cicurug dan kebun koleksi pala yang telah tumbuh dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengembangan Ekspor Nasional. 1992. Pengembangan mata dagangan rempah-rempah kawasan Eropa Timur. Jakarta. 35 p.
- Bermawie, N; E.A. Hadad, dan Nurajijah. 1995. Plasma nutfah dan pemuliaan tanaman obat. Prosiding Forum Konsultasi Strategi dan Koordinasi. Pengembangan Agroindustri Tanaman Obat. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 115-124 p.
- Emmyzar; R. Rosihan, dan M. Herry. 1989. Tanaman pala. Perkembangan Penelitian Agronomi Tanaman Repah dan Obat. Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat V (1). Hal 52-59.
- EOA. 1956. EOA spesification and standard. Essential Oil Association of USA. Lexington Ave, New York.
- Haddad, E.A., W. Lukman, D. Sudrajat, A. Nurawan, T. Iskandar, dan S. Bachmid. 1996. Keragaman tanaman pala di kebun koleksi *ex situ* Bacan Maluku Utara. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Plasma Nutfah Pertanian. Badan Litbang Pertanian. p. 213-223.
- Haddad, E.A. dan P. Wahid. 1997. Budi daya pala. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Purseglove, J.W., E.G. Broen., C.L. Green and S.R.J. Robins. 1981. 1981. Spices vol I. Longman. Inc., New York.
- Rismunandar, 1998. Budi daya dan tataniaga pala. Penebar Swadaya. 130 p.
- Somaatmadja, D. 1984. Penelitian dan pengembangan pala dan fuli. Komunikasi No. 125 BBIHP. Bogor.

# Penampilan Hasil Beberapa Varietas dan Galur Kacang Hijau pada Lingkungan Tumpangsari dengan Jagung

Lukman Hakim

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

## ABSTRACT

Fourteen mungbean genotypes were evaluated under monoculture planting and intercropping with maize at Cikeumeuh Experimental Station during dry season 1999. The trial was arranged in split plot design with three replications. The main plots were consisted of monoculture and intercropping with maize. The sub plots were 14 mungbean genotypes. Plot size was 3.2 x 4.0 m, plant spacing of mungbean was 40 x 30 cm, and for mize was 200 x 25cm. Results showed that the effect of cropping systems, genotypes and cropping systems x genotypes interaction on yield were significant. Under monoculture, the everage yield of mungbean 1.5 t/ha, and as intercrop was only 0.9 t/ha. The decrease in seed yield of mungbean genotypes as intercrop due to the attact of Powdery mildew, besides light and nutrient competition. Under monoculture, the yield range was 1.0-1.7 t/ha, while under intercropping was 0.6-1.4 t/ha. The high yielding lines in monocropping plots were VR2764 and variety Merpati which produced 1.7 t/ha. Under intercropping, line VR2768, variety Walet and VR1973 produced 1.4 t, 1.3 t and 1.2 t/ha respectively. The study indicated that line VR2768, variety Walet and VR1973 ha good adaptation under intercropping with maize.

Key words: Mungbean, yield performance, intercropping

## ABSTRAK

Sebanyak 14 genotipe kacang hijau telah dievaluasi di Instalasi Penelitian Cikeumeuh pada MK 1999, menggunakan rancangan petak terpisah, tiga ulangan. Petak utama adalah cara tanam monokultur dan tumpangsari kacang hijau dengan jagung. Anak petak terdiri dari 14 varietas/galur kacang hijau. Ukuran petak 3,2 x 4 m, jarak tanam kacang hijau 40 x 20 cm, dan jarak tanam jagung 200 x 25 cm. Cara tanam, varietas, dan interaksi cara tanam x varietas menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap hasil. Pada cara monokultur, rata-rata hasil kacang hijau mencapai 1,5 t/ha, sedangkan pada sistem tumpangsari hanya 0,9 t/ha. Penurunan hasil pada sistem tumpangsari disebabkan oleh perkembangan penyakit Powdery mildew, di samping persaingan cahaya dan penyediaan hara oleh tanaman. Hasil kacang hijau pada perlakuan monokultur berkisar 1,0-1,7 t/ha sedang pada perlakuan tumpangsari 0,6-1,4 t/ha. Hasil tertinggi pada perlakuan monokultur dicapai oleh varietas Merpati dan galur VR2764 masing-masing 1,7 t/ha. Pada perlakuan tumpangsari, hasil tertinggi dicapai oleh galur VR2768, varietas Walet, dan VR1973 masing-masing 1,4; 1,3; dan 1,2 t/ha, ketiganya memiliki daya adaptasi yang cukup baik pada lingkungan tumpangsari.

Kata kunci: Kacang hijau, penampilan hasil, tumpangsari

## PENDAHULUAN

Tumpangsari jagung dan kacang-kacangan sudah umum diusahakan petani. Sistem tanam ini merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas lahan, penyerapan tenaga kerja, variasi hasil, dan nilai tambah usahatani (Broom *et al.* 1981).

Areal pertanaman tumpangsari cukup luas, tetapi masih menggunakan teknologi budi daya tradisional sehingga tingkat produktivitasnya rendah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas diperlukan penerapan teknologi yang tepat, terutama penggunaan varietas yang cocok untuk tumpangsari (Puspodarsono, 1989).

Menurut Francis *et al.* (1976), penggunaan varietas yang cocok akan menjamin keberhasilan sistem tumpangsari. Pada sistem tanam tumpangsari antara kacang hijau dengan jagung, dengan menggunakan jarak tanam jagung 120 x 15cm, dan jarak tanam kacang hijau 60 x 10 cm, maka hasil kacang hijau menurun sebanyak 51% dibandingkan dengan yang ditanam secara monokultur.

Gympamantasiri *et al.* (1978) dan Kumar *et al.* (1988) melaporkan kacang hijau yang ditanam secara tumpangsari dengan jawawut, hasilnya turun 48% dibanding kacang hijau yang ditanam secara monokultur. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah polong/tanaman. Hasil penelitian Sangakkara (1988) menunjukkan tumpangsari antara kacang hijau dengan ketela pohon menyebabkan tanaman kacang hijau bertambah tinggi, jumlah bunga, polong, jumlah biji/polong, dan hasil menurun.

Catedral dan Lantican (1978) melaporkan pula bahwa kacang hijau yang ditanam tumpangsari dengan tebu menyebabkan tingkat penularan penyakit Powdery mildew pada tanaman kacang hijau bertambah tinggi dan hasil menurun 68%. Oleh karena itu, Tiwari (1978) menyarankan perlunya varietas kacang hijau yang cocok untuk ditanam di lingkungan tum-

pangsari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan varietas atau galur kacang hijau yang memiliki daya adaptasi yang baik pada lingkungan tumpangsari.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Penelitian (IP) Cikeumeuh, Bogor, pada MK 1999, dengan melibatkan 14 varietas dan galur kacang hijau. Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah dengan tiga ulangan. Petak utama adalah sistem tanam monokultur dan tumpangsari dengan jagung. Anak petak terdiri dari 14 varietas dan galur kacang hijau. Ukuran petak 3,2 x 4 m, jarak tanam kacang hijau 40 x 20 cm, jarak tanam jagung 200 x 25 cm. Pemupukan 150 kg urea + 200 kg TSP + 150 kg KCl/ha. Pupuk diberikan pada saat tanam dengan cara dilarik di samping barisan lubang biji. Sebelum tanam benih kacang hijau dan jagung diberi *seed treatment* dengan insektisida Marshal dengan takaran 15 g/kg biji untuk mencegah serangan hama lalat bibit (*Agromyza phaseoly*).

Benih ditanam dengan cara ditugal, masing-masing dua biji/lubang untuk benih jagung dan kacang hijau. Benih jagung ditanam 2 minggu lebih awal daripada benih kacang hijau agar pada awal pertumbuhan tanaman kacang hijau sudah mulai terkena oleh tanaman jagung.

Pengendalian hama dilakukan seminggu sekali dengan insektisida Dursban dan Ambush. Intensitas cahaya diukur pada saat tanaman kacang hijau berumur 15, 35, dan 55 hari menggunakan Luv meter.

Data yang diamati meliputi umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah polong, bobot 1000 biji, bobot biji, hasil biji kering, dan intensitas penularan penyakit Powdery mildew (*Erysiphe polygoni*). Penilaian penyakit ini dilakukan dua kali yaitu pada saat tanaman mulai berbunga (umur 35 hari) dan pada waktu polong sudah masak (umur 60 hari). Kerusakan tanaman dilakukan berdasarkan luas daun tertular dengan skor 1-5 (Kim, 1992). Skor 1 = luas daun tertular < 3%, skor 2 = 4-10%, skor 3 = 11-25%, skor 4 = 26-50%, skor 5 = 51-100%. Klasifikasi skor adalah: 1 = sangat tahan, 2 = tahan, 3 = moderat, 4 = rentan, 5 = sangat rentan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh sistem tanam, varietas dan interaksi antara sistem tanaman x varietas terhadap hasil menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada perlakuan monokultur, rata-rata hasil varietas dan galur yang diuji adalah 1,5 t/ha, sedangkan pada perlakuan tumpangsari hanya 0,9 t/ha (Tabel 1). Rendahnya hasil pada perlakuan tumpangsari terutama terlihat dalam jumlah polong dan bobot biji/tanaman.

Pada perlakuan monokultur, hasil tertinggi diberikan oleh varietas Merpati dan galur VR2764 masing-masing 1,7 t/ha. Pada perlakuan tumpangsari, dengan rata-rata intensitas cahaya 48,8%, semua varietas/galur hasilnya menurun antara 14-54%. Dikaitkan dengan laporan Gunasena *et al.* (1977), penurunan hasil tersebut disebabkan oleh adanya kompetisi cahaya. Makin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman, hasil makin turun. Phogat (1984) melaporkan, kacang hijau yang ditanam tumpangsari dengan jagung atau ketela pohon dengan intensitas cahaya kurang dari 50% menyebabkan hasil kacang hijau turun 18-53%. Tinggi rendahnya penurunan hasil kacang hijau bergantung pada toleransi varietas terhadap naungan.

Pada penelitian ini, hasil tertinggi pada sistem tumpangsari dicapai oleh galur VR2768, varietas Walelet dan VR1973 masing-masing 1,4; 1,3; dan 1,2 t/ha. Ketiga varietas menunjukkan daya adaptasi yang cukup baik pada lingkungan tumpangsari dengan jagung, dengan penurunan hasil paling rendah 14-19%.

Pengamatan terhadap umur berbunga dan umur panen diketahui bahwa sistem tanam tidak berpengaruh terhadap umur berbunga dan umur panen varietas/galur kacang hijau, baik secara monokultur maupun tumpangsari, rata-rata umur berbunga dan umur panen tidak berbeda. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Norman *et al.* (1984) bahwa umur berbunga dan umur panen kacang hijau lebih dipengaruhi oleh temperatur, sedangkan naungan tidak berpengaruh terhadap kedua parameter tersebut. Pada perlakuan monokultur, rata-rata umur berbunga kacang hijau adalah 36 hari dan umur panen 66 hari. Pada sistem tumpangsari, rata-rata umur berbunga adalah 37 hari dan umur panen 66 hari (Tabel 1). Varietas Parkit memiliki umur paling genjah (58 hari) sementara galur VR79301 berumur dalam (70 hari).

Tabel 1. Hasil biji kering, umur berbunga, dan umur panen varietas/galur kacang hijau pada pengujian tumpangsari dengan jagung di Cikeumeuh, Bogor, MK 1999.

Varietas/galur	Hasil (t/ha)		Penurunan hasil (%)	Umur berbunga (hari)		Umur panen (hari)	
	A	B		A	B	A	B
Merpati	1,7	0,8	53	35	35	63	63
VR2764	1,7	1,0	41	37	37	66	66
VR3301	1,6	0,9	44	37	37	67	67
VR2768	1,6	1,4	13	35	35	66	68
Gelatik	1,4	1,0	29	36	37	64	66
Merak	1,3	0,6	54	35	35	65	65
VR79265	1,5	0,7	53	38	38	69	71
Betet	1,6	1,0	38	38	40	67	68
Walet	1,6	1,3	19	37	37	69	69
VR2750	1,5	0,8	47	37	39	66	67
VR1973	1,4	1,2	14	35	35	65	65
VR79301	1,5	0,8	47	36	38	70	70
VR1482	1,5	0,9	38	27	37	66	66
Parkit	1,0	0,6	40	34	34	58	58
Rata-rata	1,5	0,9	-	36	37	66	66
Sistem tanam	*			Tidak nyata		Tidak nyata	
Varietas	*		*	*		*	
Sistem tanam x varietas	*			Tidak nyata		Tidak nyata	
BNT 5% (petak utama)	0,31			Tidak nyata		Tidak nyata	
BNT 5% (anak petak)	0,25			1,2		2,0	
CV	23,7			11,0		14,7	

A = Monokultur; B = Tumpangsari dengan jagung

Penelitian menunjukkan pula bahwa sistem tanam dan varietas berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman. Kacang hijau yang ditanam secara monokultur memiliki tinggi rata-rata 89 cm, sedang pada sistem tumpangsari lebih tinggi, rata-rata 97 cm (Tabel 2). Menurut Sangakkara (1987), pertambahan tinggi tanaman ini disebabkan oleh adanya pengaruh naungan atau kurangnya cahaya yang diterima oleh tanaman kacang hijau.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa sistem tanam berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong/tanaman, ukuran biji, dan hasil biji/tanaman. Pada perlakuan monokultur, rata-rata jumlah polong/tanaman mencapai 63 polong, sedangkan pada sistem tumpangsari hanya 46 polong atau turun 26%. Hal ini juga disebabkan oleh pengaruh naungan di samping persaingan penyerapan hara dalam tanah.

Bobot 1000 biji varietas/galur kacang hijau pada perlakuan tumpangsari rata-rata 68 g/1000 biji, sedang pada perlakuan monokultur 73 g/1000 biji. Hal ini mungkin terjadi karena tanaman kacang hijau yang ditumpangsarikan dengan jagung tidak dapat menyerap unsur hara dalam jumlah optimal karena adanya kompetisi dengan tanaman jagung, sehingga biji yang dihasilkan dari perlakuan tumpangsari kurang bernas.

Hasil pengamatan terhadap bobot biji/tanaman menunjukkan sistem tanam berpengaruh sangat nyata terhadap hasil biji/tanaman. Pada perlakuan monokultur, rata-rata bobot biji/tanaman adalah 78 g/tanaman, sedangkan pada perlakuan tumpangsari hanya 59,3 g/tanaman, atau turun 24%. Hal ini terutama disebabkan oleh menurunnya jumlah polong/tanaman. Menurut Caranghal *et al.* (1980), naungan tanaman jagung terhadap kacang hijau pada pola tumpangsari dapat menyebabkan turunnya jumlah bunga/tanaman sehingga mengakibatkan jumlah polong/tanaman jadi berkurang dan akhirnya hasil kacang hijau juga mengalami penurunan.

Selain berpengaruh terhadap beberapa sifat agronomi, sistem tanam juga berpengaruh nyata terhadap tingkat penularan penyakit Powdery mildew. Pada perlakuan monokultur, skor rata-rata tingkat penularan penyakit ini adalah 2,3 sedangkan pada perlakuan tumpangsari mencapai 4,1 (Tabel 3).

Meningkatnya intensitas penularan penyakit Powdery mildew pada perlakuan tumpangsari mungkin disebabkan oleh pengaruh naungan jagung yang menyebabkan keadaan lingkungan di sekitar tanaman lebih lembab sehingga mendukung perkembangan penyakit.

Tabel 2. Tinggi tanaman, jumlah polong, bobot 1000 biji, dan hasil biji/tanaman dari varietas dan galur kacang hijau pada pengujian tumpangsari dengan jagung di Cikeumeuh, Bogor, MK 1999.

Varietas/galur	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah polong/tanaman		Bobot 1000 biji (g)		Hasil biji/tanaman (g)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Merpati	87	90	61	32	73	70	112,2	67,7
VR2764	86	90	60	41	67	63	110,8	69,2
VR3301	85	89	56	44	69	62	87,3	63,0
VR2768	85	92	66	60	76	70	83,0	78,1
Gelatik	90	94	67	50	74	70	78,6	66,5
Merak	92	98	76	52	76	69	81,3	63,8
VR79265	89	93	51	40	71	61	76,8	55,6
Betet	80	89	66	46	63	60	69,7	52,0
Walet	90	101	67	60	60	78	78,0	75,3
VR2750	87	105	62	40	72	68	60,6	52,3
VR1973	73	79	61	55	77	73	75,5	72,6
VR79301	70	74	67	51	71	68	63,9	40,5
VR1482	97	102	56	40	78	75	58,9	38,3
Parkit	87	97	61	39	76	73	56,2	35,3
Rata-rata	89	97	63	46	73	68	78,0	59,3
Sistem tanam	*		** *		*		** *	
Varietas	*		*		*		*	
Sistem tanam x varietas	*		*		Tidak nyata		*	
BNT 5% (Petak utama)	3,0		9,4		1,6		2,3	
BNT 5% (Anak petak)	7,2		11,0		2,1		2,7	
CV	15,0		18,1		6,0		9,2	

A = Monokultur

B = Tumpangsari dengan jagung

Tabel 3. Reaksi ketahanan varietas dan galur Kacang Hijau terhadap penyakit Powdery mildew pada lingkungan Tumpangsari. IP. Cikeumeuh, Bogor. MK. 1999

Varietas/galur	Skor penyakit Powdery mildew	
	Monokultur	Tumpangsari
Merpati	2,3	3,0
VR2764	2,3	4,2
VR3301	2,0	4,4
VR2768	1,3	3,1
Gelatik	2,5	4,2
Merak	3,0	5,0
VR79265	2,2	3,6
Betet	3,5	5,0
Walet	2,5	3,4
VR2750	2,0	4,1
VR1973	2,4	3,5
VR79301	3,0	5,0
VR1482	3,2	4,6
Parkit	1,4	3,7
Rata-rata	2,30	4,15

Skor: 1 = luas daun tertular < 3% (sangat tahan)

2 = luas daun tertular 4-10% (tahan)

3 = luas daun tertular 11-25% (moderat)

4 = luas daun tertular 26-50% (rentan)

5 = luas daun tertular 51-100% (sangat rentan)

## KESIMPULAN

1. Sistem tanam dan varietas berpengaruh nyata terhadap hasil, tinggi tanaman, jumlah polong, bobot 1000 biji, dan hasil kacang hijau, tetapi tidak berpengaruh terhadap umur berbunga dan umur panen.
2. Diperoleh tiga genotipe kacang hijau yang mempunyai daya adaptasi cukup baik pada lingkungan tumpangsari yaitu galur VR2768, VR1973, dan varietas Walet.
3. Tumpangsari kacang hijau dengan jagung dapat menyebabkan meningkatnya intensitas penularan penyakit Powdery mildew pada tanaman kacang hijau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Broom, M.C, H. Hadley, C.M. Brown, and R.R. Jonson. 1981. Evaluation of soybean cultivar in monoculture and relay intercropping system, *Crop Sci.* 21: 673-676.
- Catedral, I.G. and R.M. Lantican. 1978. Mungbean program of UPLB, Philippines. p.225-227. *Proceeding of the First International Mungbean Symposium AVRDC, Taiwan.*

- Caranghal, V.R. and M.N.I. Miah. 1980. Evaluation of mungbean cultivar under monoculture and intercropping system. IRRI News Letter 5:21-25.
- Francis, C.A., C.A. Flor, and S.R Temple. 1976. Adapting varieties for intercropped system in the tropics. In Multiple Cropping. A.M. Soc. of Agron 27: 235-253.
- Gympmantasiri, P.M. Ekasing, and S. Julsigaval. 1978. Multiple cropping with mungbean in Chiang Mai, Thailand. p. 125-128. Proceeding the First International Mungbean Symposium. AVRDC. Taiwan.
- Gunasena, H.P.M, R. Sangkara and P.Wickramasinghe. 1977. Studies on cereal-legume intercrop systems. J. Nat. Sci. Counc. Srilangka 7:25-93.
- Kumar, A., D.P. Singh, and B.S. Phogar. 1988. Evaluation of mungbean genotypes for suitability to intercrop in Pearl Millet. p.412-417. Proceeding the Second International Mungbean Symposium, AVRDC, Taiwan.
- Kim, D.H. 1992. Guide for international mungbean cercospora leaf spot and powdery mildew nursery. AVRDC, Shan-hua, Taiwan. 7 p.
- Norman, M.J.J., C.J. Peason, and P.G.E Searle. 1984. The ecology for tropical crops. Cambridge University Press. 369 p.
- Phogat, B.S. 1984. Screening and evaluation of mungbean genotypes for their suitability for intercropping in Pearl Millet. Ph.D. Thesis Submitted to Harayana Agri. Univ. Hissar. p. 56-117.
- Puspodarsono, S. 1989. Pemuliaan tanaman untuk sifat toleransi terhadap tumpangsari. Prosiding Seminar Pemuliaan Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. p. 1-10.
- Sangakkara, U.R. 1988. Mungbean as a component of annual mixed cropping system. p. 406-411. Proceeding the Second International Mungbean Symposium. AVRDC, Taiwan.
- Tiwari, A.S. 1978. Mungbean varieties requirements in relation to cropping season in India. p. 129-131. Proceeding the First International Mungbean Symposium. AVRDC, Taiwan.