

# Penelitian Pertanian

ISSN 0216-9959

VOL. 2 NO. 1 1982

Penandaan Wereng Coklat dengan Isotop Radioaktif <sup>14</sup> C	Baehaki	1
Status Hara Tanah Siltung	Hidayat, Sudarman, dan Ismunadjit	3
Yield Stability of Corn Varieties	Subandi	6
Pengaruh Pupuk Nitrogen terhadap <i>Tryporyza incertulas</i> Walker	Soejitno	10
Pengaruh Pemangkasan terhadap Mutu Tomat	Sinaga	13
Genetic Analysis of Resistance to Leaf Blight of Rice	Suwarno et al.	16
Autoradiografi Selubung Stilet Wereng Coklat	Baehaki	19
Daya Simpan Tanaman	Suwarno dan Poernomo	22
Pengelompokan Tawon Berekor Panjang Bergaris	Suwarno dan Suwarno	25
Interaction Varietas Bawang Putih dan Mildew	Suwarno et al.	27
Nutrient Status of Rice and the Phosphate Application	Roehana dan Suwarno	30
Kadar Amilosa Beras dan Pengaruhnya	Suwarno, Surono, dan Suwarno	33
Pembelahan Umbi Bibit Kentan	Surachmat, Syarifuddin, dan Suwarno	36
Temperature and Periods of <i>Sclerospora maydis</i> Infection on Rice	Bustaman, and Kimigafu	39
Ultrastructure of Rice Kernel	Damardjati et al.	42

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN  
BOGOR

## PETUNJUK BAGI PENULIS

*Naskah* dapat ditulis dalam bahasa Indonesia dengan abstrak bahasa Inggris, atau bahasa Inggris dengan abstrak bahasa Indonesia. Ditik dua spasi, dan diserahkan kepada redaksi dalam rangkap dua.

*Judul* menggambarkan isi pokok tulisan secara ringkas dan jelas.

*Nama(-nama) penulis* disertai catatan kaki tentang profesi dan instansi tempat bekerja.

*Abstrak* sebanyak-banyaknya terdiri dari 250 kata dan merupakan intisari dari seluruh tulisan, meliputi masalah, tujuan, metoda, hasil, dan - bila mungkin - kesimpulan penelitian. Didalam abstrak, seperti halnya dalam teks pokok, setiap nama umum organisme yang disebut untuk pertama kali selalu diikuti nama ilmiahnya. Judul tulisan dalam bahasa yang bersangkutan selalu disertakan pada awal abstrak.

*Pendahuluan* meliputi masalah atau hipotesa yang mendorong penyelenggaraan penelitian, penemuan yang akan disanggah atau dikembangkan, serta pendekatan umum dan tujuan. Referensi menggunakan sistem nomor, dan hendaknya terbatas pada hal-hal yang berhubungan erat dengan penelitian.

*Bahan dan Metoda* secara cukup jelas menguraikan bahan, teknik, rancangan percobaan dan lingkungan penelitian. Referensi diberikan kepada metoda yang kurang dikenal.

*Hasil* dikemukakan secara jelas, bila perlu dengan tabel, grafik, diagram, lukisan dan foto. Hasil yang telah dijelaskan dengan tabel dan ilustrasi, tidak perlu diuraikan panjang lebar dalam teks. *Hasil* dapat digabung dengan *Pembahasan*.

*Pembahasan* menerangkan arti hasil penelitian, bagaimana hasil penelitian dapat memecahkan masalah, perbedaan atau persamaan dengan penelitian terdahulu, serta kemungkinan pengembangan. Bila perlu, dapat dibuat bab *kesimpulan* terpisah, berisi kesimpulan penting dan jelas.

*Daftar Pustaka* memakai nomor urut dan mencantumkan: (a) (untuk buku) : nama(-nama) penulis, tahun penerbitan, judul lengkap buku, editor (bila ada), nomor seri (bila ada), volume, edisi (bila bukan pertama), penerbit, kota penerbitan, nomor halaman; (b) (untuk terbitan berkala) : nama(-nama) penulis, tahun penerbitan, judul tulisan, judul terbitan yang disingkat dengan benar, volume dan nomor, nomor halaman.

*Persamaan matematis* dikemukakan dengan jelas. Bila simbol matematis yang dimaksud tidak terdapat pada mesin tik, dapat ditulis hati-hati dengan pensil/pena. Kalau perlu, beri keterangan dengan tulisan tangan (pensil, tipis) untuk simbol yang bersangkutan. Angka desimal, ditandai dengan *koma* bila dalam bahasa Indonesia, atau *titik* bila dalam bahasa Inggris.

*Tabel* berjudul singkat, jelas, dan terletak diatas tabel yang bersangkutan, diikuti keterangan tempat dan waktu pengambilan data. Antar kolom/anak kolom terpisah cukup jelas. Tanda *ditto* (") tidak dipergunakan. Jumlah *digit* sedapat mungkin sederhana. Catatan kaki tabel ditandai dengan huruf kecil superior (agak naik) untuk membedakannya dari tanda catatan kaki teks yang dengan angka.

*Ilustrasi* berjudul singkat, jelas, diikuti keterangan tempat dan waktu pengambilan data (bila mungkin), dan diletakkan dibawah ilustrasi yang bersangkutan. Simbol-simbol yang dimuat tidak terlalu banyak. Ilustrasi digambar dengan jelas untuk memudahkan penggambaran ulang. Bila ilustrasi diharapkan tidak digambar ulang (terutama lukisan), maka - untuk keperluan reproduksi - harus cukup, kontras, dengan ukuran cukup besar.

*Foto* hitam/putih harus kontras, tajam, jelas, diatas kertas mengkilat, dengan ukuran paling kecil sebesar kartupos.

# Penelitian Pertanian

ISSN 0216-9959

VOLUME 2

NOMOR 1

1982

## DAFTAR ISI

	Halaman
Penandaan Wereng Coklat ( <i>Nilaparvata lugens</i> Stal) dengan Isotop Radioaktif <sup>32</sup> P	Baehaki S.E. 1
Status Hara Tanah Daerah Transmigrasi Sitiung	A. Hidayat, Ojim Sudarman, dan M. Ismunadji 3
Yield Stability of Early to Late Corn Varieties	Subandi 6
Pengaruh Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan Larva Penggerek Padi <i>Tryporyza incertulas</i> Walker	J. Soejitno 10
Pengaruh Pemangkasan dan Letak Buah pada batang terhadap Mutu Buah Tomat Gondol	R.M. Sinaga 13
Genetic Analysis of Resistance to Bacterial Leaf Blight Disease of Rice caused by <i>Xanthomonas oryzae</i> (Uyeda et Ishiyama) Dowson	Suwarno, A. Bari, Z. Harahap, and D.M. Tantera 16
Autoradiografi Selubung Stilet Wereng Coklat Bertanda <sup>32</sup> P dalam beberapa varietas Tanaman Padi: Suatu Tinjauan Uji Ketahanan	Baehaki S.E. 19
Pengaruh KMnO <sub>4</sub> dan Ca (OH) <sub>2</sub> terhadap Daya Simpan Rambut Rapih dan Lebakbulus	Sabari, dan Poernomo 22
Pengelompokan Isolat Bakteri Daun Bergaris <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzicola</i> berdasarkan Reaksinya pada Varietas Padi di Indonesia	Nunung H.A. Yahya, dan Suparman 25
Variety x Environment Interaction Variances for Downy Mildew Infection in Corn	Subandi, A. Sudjana, Amsir Rifin, and M.M. Dahlan 27
Nutrient Status of the Rice Plant in a Red Yellow Podzolic Soil After Three Successive Seasons of Phosphate Application	Sismiyati Roechan, and Ochiem Sudarman 30
Hubungan antara Kadar Amilosa Beras dengan Rasa Nasi	Suwarno, A.B. Surono, dan Z. Harahap 33
Pembelahan Umbi Bibit Kentang	Surachmat Kusumo, Syarifuddin, dan Suryadi 36
Effect of Temperature with Different Incubation Periods on Infection of Corn with <i>Peronosclerospora maydis</i>	Masdiar Bustaman, and Takashi Kimigafukuro 38
Ultrastructure of Developing and Mature Rice Kernel Shown by Scanning Electron Microscope	Djoko S. Damardjati, Soewarno T. Soekarto, Hari Suseno, and Djumanto 42

Penelitian Pertanian memuat karangan asli hasil penelitian tanaman pangan yang meliputi padi, palawija dan hortikultura, termasuk aspek sosial ekonomi dan mekanisasinya. Karangan asli yang diterima untuk dimuat dalam terbitan ini adalah tulisan yang belum pernah diterbitkan pada terbitan lain.

Penelitian Pertanian juga menerima karangan asli dari para penyumbang lain di luar lingkungan Puslitbangtan setelah mendapat persetujuan dari Dewan Redaksi.

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan:

M. Rusli Hakim

Ketua Redaksi:

D.M. Tantera (Fitopatologi)

Anggota Redaksi:

Subandi (Pemuliaan)

M. Ismunadji (Fisiologi)

Surachmat Kusumo (Agronomi)

Hendro Sunaryono (Pemuliaan)

Soeljipto Partohardjono (Agronomi)

Aman Djauhari (Ekonomi)

Pudjo Tjiptono (Teknologi)

J. Soejitno (Entomologi)

Mahyuddin Syam (Komunikasi)

Redaksi Pelaksana:

Suprpto Hs.

Adi Widjono

Yunastri

Alamat Redaksi:

Pusat Penelitian dan Pengembangan

Tanaman Pangan

Jalan Merdeka 99,

Bogor.

Telepon 24089

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN  
BOGOR

## **PRAKATA**

Penelitian Pertanian (PP) nomor ini merupakan kelanjutan dari nomor sebelumnya, dan memuat hasil-hasil penelitian tanaman pangan dalam bidang pemuliaan, agronomi, fisiologi, hama, penyakit dan pasca panen tanaman pangan.

Meskipun pada saat ini Penelitian Pertanian belum dapat diterbitkan secara berkala, usaha kearah itu sudah mulai dirintis dan diharapkan dapat segera menjadi kenyataan.

Penelitian Pertanian merupakan salah satu media untuk penyampaian hasil-hasil penelitian tanaman pangan yang terbuka, baik bagi peneliti di dalam maupun di luar lingkungan Puslitbangtan. Untuk lebih memperlancar pemuatan karya tulis tersebut kami harapkan agar tulisan disesuaikan dengan tata cara yang tercantum pada publikasi ini.

Kami senantiasa mengharapkan saran-saran yang kiranya dapat lebih meningkatkan mutu publikasi ini.

Kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan dorongan pada Penelitian Pertanian kami ucapkan terima kasih.

Dewan Redaksi

## Penandaan Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) dengan Isotop Radioaktif $^{32}\text{P}$

Bachaki S.E.<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Labelling of the Brown Planthopper (Nilaparvata lugens Stal) with Radioisotope  $^{32}\text{P}$ . A technique for labelling the brown planthopper (BPH) with  $^{32}\text{P}$  was developed to study BPH dispersal and assess its population. The BPH were exposed to rice seedlings of Pelita I-1 variety labelled with different levels of  $^{32}\text{P}$  solution. The rice seedlings were able to absorb about 6-18% of  $^{32}\text{P}$ . Brachypterous BPH females were able to absorb about 1-4% of  $^{32}\text{P}$  from the labelled rice seedlings. One labelled seedling could mark about 5-10% brachypterous females. The sucking ability of the brachypterous BPH was higher than the macropterous, and that of the female higher than the male.*

**WERENG COKLAT**, dalam beberapa tahun terakhir, merupakan hama penting dan dapat menghancurkan beribu-ribu hektar tanaman padi dalam satu musim (1, 2).

Sejak terjadinya ledakan hama wereng, telah diusahakan berbagai cara pengendaliannya. Usaha-usaha pengendalian itu meliputi penggunaan varietas padi yang tahan, penggunaan insektisida, dan perbaikan cara bercocok tanam yang dikombinasikan secara terpadu.

Pengendalian hama secara terpadu memerlukan pengetahuan dasar tentang biologi dan ekologi, termasuk pemencaran, migrasi, dan penafsiran fluktuasi populasi. Beberapa persoalan biologi dan ekologi dapat dipecahkan dengan penggunaan isotop radioaktif (4).

Mekanisme penandaan wereng coklat dengan  $^{32}\text{P}$  perlu diketahui sebelum mempelajari pemencaran, migrasi, dan penafsiran fluktuasi populasi dengan menggunakan wereng bertanda radioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: a) daya isap tanaman padi varietas Pelita I-1 pada berbagai tingkat dosis isotop  $^{32}\text{P}$ , b) daya isap wereng coklat pada tanaman padi bertanda  $^{32}\text{P}$ , dan c) kemampuan tanaman padi untuk menandai wereng coklat secara efisien.

### BAHAN DAN METODA

Penelitian diselenggarakan mulai November 1979 sampai Februari 1980 di Badan Tenaga Atom Nasional - Pusat Reaktor Atom Bandung.

Penandaan wereng coklat dilakukan dengan cara internal melalui makanannya (tanaman padi). Isotop radioaktif diberikan dalam bentuk larutan kalium dihidrofosfat ( $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ ) dengan dosis 5, 10, 20, 40, 100, dan 200  $\mu\text{Ci}$   $^{32}\text{P}/\text{ml}$  untuk tiap tanaman.

Benih padi Pelita I-1 disemaikan di atas pasir kuarsa yang diberi air secukupnya. Setelah umur 14 hari, bibit padi dicabut dan didecui bersih, kemudian ditanam kembali pada larutan yang mengandung isotop  $^{32}\text{P}$  selama dua hari. Setelah itu bibit padi tersebut diangkat dan didecui untuk menghilangkan isotop yang menempel pada akar dan

batangnya. Pemakaian bibit padi berumur 14 hari didasarkan atas pertimbangan bahwa tanaman padi mulai menggunakan fosfor dari luar setelah berumur 10 hari (5).

Adanya isotop radioaktif  $^{32}\text{P}$  pada tanaman dan dalam tubuh serangga dapat dicacah dengan pencacah Geiger-Muller. Semua penelitian menggunakan rancangan Acak Lengkap dengan 4 ulangan.

Daya isap tanaman padi terhadap isotop diamati melalui lima tanaman contoh.

Untuk mengetahui daya isap wereng coklat terhadap isotop, lima wereng coklat betina bersayap kerdil diinfestasikan ke dalam tabung reaksi dengan satu batang tanaman padi bertanda dari masing-masing dosis. Setelah dua hari, wereng tersebut diambil dan dibunuh dengan kloroform, kemudian dicacah. Dibandingkan pula daya isap antara wereng bersayap panjang dengan wereng bersayap kerdil, serta wereng betina dengan wereng jantan.

Dalam pengamatan kemampuan tanaman padi menandai wereng coklat, digunakan tanaman padi varietas Pelita I-1 umur 16 hari bertanda  $^{32}\text{P}$  dari perlakuan 10  $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ . Masing-masing tingkat populasi 5, 10, 20, 40 wereng betina bersayap kerdil diinfestasikan pada satu tanaman. Infestasi ini dilakukan dalam tabung gelas berdiameter 3,5 cm.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Daya Isap Tanaman

Dari data hasil pengamatan daya isap tanaman padi varietas Pelita I-1 berumur 14 hari terhadap  $^{32}\text{P}$ , terlihat bahwa isotop yang diambil tanaman padi meningkat sejalan dengan peningkatan dosis media, sekalipun tidak proporsional (Tabel 1). Dapat dibentuk suatu persamaan regresi kuadratik antara X (peubah bebas = dosis) dengan Y (peubah tak bebas = cacahan) dalam  $\mu\text{Ci}$ :

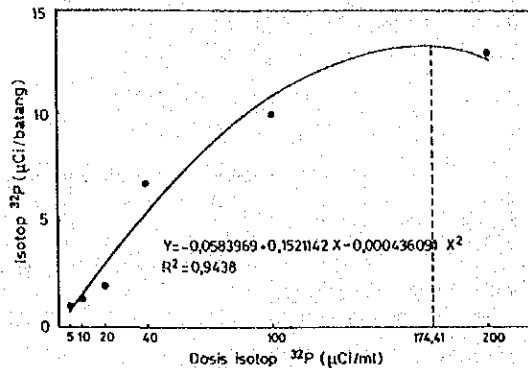
$Y = -0,0583969 + 0,1521142 X - 0,000436091 X^2$ . Koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 94,38%, sehingga  $R = 0,9715$ . Karena harga R mendekati satu, maka bidang regresi dugaan sesuai dengan nilai-nilai pengamatan.

Tabel 1. Pengaruh dosis radioaktif  $^{32}\text{P}$  terhadap jumlah isotop pada tanaman padi varietas Pelita I/1 dan wereng coklat betina bersayap kerdil.

Dosis $^{32}\text{P}$ ( $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ )	Pada tanaman		Pada wereng		Nisbah (isotop) terisap Tanaman: Wereng		
	Isotop terisap (cpm)	Daya isap (%)	Isotop terisap (cpm) <sup>a</sup>	Daya isap (%)			
5	142.882	0,7724	15,45	2,707 a	0,0146	1,89	53
10	243.917	1,3191	13,19	3,811 a	0,0206	1,56	64
20	383.811	2,0757	10,38	6,816 a	0,0369	1,78	56
40	1.267.415	6,8544	17,14	13,776 b	0,0745	1,09	92
100	1.865.850	10,0908	10,09	57,378 c	0,3103	3,08	33
200	2.411.676	13,0437	6,52	90,482 d	0,4893	3,75	27

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

<sup>1</sup>Asisten peneliti hama, Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.



Gambar 1. Hubungan antara pengambilan isotope oleh tanaman padi varietas Pelita I-1 umur 14 hari dengan tingkat dosis larutan isotope radioaktif  $^{32}\text{P}$ .

Dosis maksimum untuk penandaan selama dua hari adalah 174,41  $\mu\text{Ci/ml}$ . Di atas dosis itu, daya isap tanaman terhadap isotope  $^{32}\text{P}$  menurun (Gambar 1).

#### Daya Isap Wereng Coklat

Cacahan wereng coklat betina bersayap kerdil yang telah diinfestasikan pada tanaman padi bertanda dengan dosis 5, 10, dan 20  $\mu\text{Ci/ml}$  tidak saling berbeda nyata. Tetapi ada perbedaan nyata antar cacahan wereng-wereng yang telah diinfestasikan pada tanaman padi bertanda dengan dosis 40, 100, dan 200  $\mu\text{Ci/ml}$  (Tabel 1).

Secara keseluruhan, jumlah isotope yang sampai pada wereng coklat sangat rendah (1-4%). Berturut-turut pada dosis 5, 10, 20, 40, 100, dan 200  $\mu\text{Ci/ml}$ , perbandingan jumlah isotope yang diisap tanaman dari larutan terhadap isotope yang diisap wereng dari tanaman padi bertanda adalah 53, 64, 56, 92, 33, dan 27 kali. Dengan demikian, satu tanaman padi bertanda dapat dipakai untuk menandai lebih dari satu wereng.

#### Kemampuan Tanaman Padi Menandai Wereng Coklat

Antar populasi wereng coklat yang diinfestasikan pada tanaman padi bertanda, tidak terdapat perbedaan cacahan yang nyata. Namun berdasar nisbah kematian wereng pada masing-masing perlakuan, untuk penandaan wereng coklat, lebih baik diinfestasikan 5 - 20 wereng per batang (Tabel 2).

Sesuai dengan Lippold et al. (3), hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa wereng betina berdaya isap lebih tinggi daripada wereng jantan (Tabel 3).

Daya isap wereng bersayap kerdil lebih tinggi dibanding dengan daya isap wereng bersayap panjang. Hal itu mungkin disebabkan karena wereng bersayap kerdil lebih banyak diam di bagian pangkal batang padi, sedang wereng bersayap panjang cenderung memencar.

Tabel 2. Rata-rata cacahan isotope wereng yang telah dipelihara pada satu tanaman padi varietas Pelita I/1 berumur 16 hari dari perlakuan 10  $\mu\text{Ci}$   $^{32}\text{P}$ /ml menurut tingkat populasinya.

Populasi wereng coklat betina bersayap kerdil	Cacahan/wereng (cpm)	Kematian wereng	Kematian (%)
5	3.442 a	1	20
10	2.522 a	3	30
20	1.853 a	6	30
40	1.536 a	14	35

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

Tabel 3. Rata-rata cacahan isotope (cpm) jenis-jenis wereng yang telah dipelihara pada tanaman padi varietas Pelita I-1 umur 16 hari dari perlakuan 10  $\mu\text{Ci}$   $^{32}\text{P}$ /ml.

	Betina	Jantan	
Bersayap kerdil	3.811 a	927 c	4.738
Bersayap panjang	1.779 b	609 c	2.388
	5.590	1.536	

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

Daya isap wereng jantan bersayap kerdil tidak berbeda nyata dengan daya isap wereng jantan bersayap panjang. Mungkin, hal itu dikarenakan wereng jantan bersayap panjang lebih menyukai wereng betina bersayap kerdil (6).

#### KESIMPULAN

Daya isap tanaman padi varietas Pelita I-1 berumur 14 hari terhadap isotope  $^{32}\text{P}$  selama dua hari berkisar antara 6 - 18%.

Daya isap wereng coklat betina bersayap kerdil terhadap isotope dari tanaman padi bertanda, tidak berbeda nyata antar dosis 5, 10, dan 20  $\mu\text{Ci/ml}$  tetapi berbeda nyata antar dosis 40, 100, dan 200  $\mu\text{Ci/ml}$ , daya isap itu berkisar antara 1-4%. Satu batang tanaman padi varietas Pelita I-1 bertanda dapat dipakai untuk menandai 5-20 wereng. Walau demikian, untuk mengetahui dosis yang tidak mengganggu biologi wereng, diperlukan penelitian lebih lanjut.

Daya isap wereng bersayap kerdil lebih tinggi dibanding dengan daya isap wereng bersayap panjang, dan daya isap wereng betina lebih tinggi dibanding dengan daya isap wereng jantan.

#### PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Soehardjan - Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Bogor - serta Dr. Soelaksono Sastrodihardjo dari Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan saran, dorongan, dan kesempatan untuk mengadakan penelitian ini.

## PUSTAKA

1. Okn, I.N. dan Soenardl. 1978. Status, Problems, and Prospect of Integrated Control Program on Some Important Rice Pest in Indonesia. LPPP, Bogor.
2. Mochlen, O. 1979. Brown Planthoppers Reduce Rice Production. Ind. Agric. Res. Dev. J., 1: 2-7.
3. Lippold, R.C.J.O. Lee, Y.H. Kim, S.J. Park, J. Ryu, K.H. Chung, M.D. Davis, and K. Steenberg. 1978. Feeding of Brown Planthopper on Rice Varieties Labelled with <sup>32</sup>P. IRRN, 3: 8-9.
4. Sastrorhardjo, S. dan M. Darussalam. 1970. Laporan tentang penandaan (tagging) dari beberapa serangga dengan berbagai isotop hasil PRAB. Simposium II Aplikasi Radioisotop, Jakarta. (Belum diterbitkan).
5. Slaworo, W.H. 1975. Peranan Sumber-sumber Fosfor Dalam Pertumbuhan Tanaman. Batan, 8: 12-24.
6. Takeda, M. 1974. Mating Behavior of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. Jap. Entomol. Zool., 18: 43-51.

## Status Hara Tanah Daerah Transmigrasi Sitiung

A. Hidayat, Ojtjm Sudarman, dan M. Ismunadjil<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Soil Nutrient Status of Sitiung Transmigration Area, West Sumatra. This experiment investigated the nutrient status of soil from the Sitiung transmigration area in West Sumatra. The experiment was conducted in a greenhouse at Bogor Research Institute for Food Crops using pots of Brown Tropical soil from the site and the "minus-one-nutrient" method. Air-dried, five hundred gram soil samples from Sitiung were put into Neubauer pots and two seeds of H-6 corn variety were sown per pot. The plants were harvested 30 days after emergence, dried in an oven at 65°C, and the dry weight was recorded. The shoots were analyzed for N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, and Zn by the method of Yoshida et al. (12). Nutrient accumulation was computed to study the effect of the treatment on nutrient absorption. The results indicate that Sitiung Brown Tropical soil is extremely deficient in phosphorous and magnesium, and is deficient in calcium and potassium. The high manganese content and the low soil pH induce manganese toxicity in the young corn plant. Liming increases the soil pH level and could overcome the magnesium and calcium deficiency and reduce manganese toxicity.*

SITIUNG merupakan daerah pengembangan pertanian baru yang dipakai untuk menempatkan transmigrasi. Jenis tanah yang dibuka pada akhir tahun 1976 ini, menurut hasil survei dari Lembaga Penelitian Tanah (7), adalah Tropika Coklat atau tanah Hutan Coklat. Daerah ini berbukit dengan ketinggian ± 107 m dpl.

Status hara tanah sangat diperlukan dalam rencana pengelolaan daerah pertanian yang lestari, terutama dalam menyusun paket pemupukan. Survei oleh beberapa lembaga penelitian telah diadakan, namun masih sangat sedikit informasi mengenai status hara tanah tersebut. Data hasil percobaan pendahuluan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk menambah informasi status hara daerah Sitiung.

<sup>1</sup> Masing-masing teknisi, teknisi dan ahli peneliti Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan pot ini diselenggarakan dalam rumah kaca Kelompok Peneliti Fisiologi dari Balittan Bogor pada MK 1977. Contoh tanah yang dipergunakan adalah tanah Sitiung yang oleh Lembaga Penelitian Tanah Bogor digolongkan dalam jenis tanah Hutan Coklat atau Tropika Coklat.

Contoh tanah itu diambil dari kedalaman 0 - 20 cm, kemudian dikering-anginkan, ditumbuk, dan diayak melalui saringan berdiameter 2 mm. Tanah sebanyak 500 g dimasukkan kedalam pot Neubauer. Status hara N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, dan Zn diteliti dengan menggunakan metoda minus satu unsur dan pengapuran dicoba untuk meningkatkan pH tanah. Kadar air tanah dipertahankan sekitar 70% dari kapasitas lapang maksimum selama pertumbuhan tanaman.

Dosis pupuk yang digunakan adalah: 120 ppm N, 120 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 ppm K<sub>2</sub>O, 240 ppm MgO, 240 ppm CaO, 40 ppm SO, 20 ppm Mn, 20 ppm Zn, serta 1,63 g CaCO<sub>3</sub> (kapur) tiap pot untuk menaikkan pH tanah menjadi 6,0. Susunan perlakuan adalah: lengkap tanpa kapur, lengkap dengan kapur, -N, -P, -K, -Ca, -S, -Mn, dan -Zn. Kapur diberikan 7 hari sebelum perlakuan lainnya. Analisa tanah dilakukan menurut penuntun analisa tanah Hidayat (5).

Tanaman indikator adalah jagung varietas H-6, satu tanaman tiap pot. Digunakan rancangan percobaan Acak Kelompok dengan dua ulangan. Setelah berumur 30 hari, tanaman dipotong tepat pada pangkal batang, dicuci, dibilas dengan air bebas ion. Selanjutnya tanaman dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C, ditimbang dan digiling. Kadar N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, dan Zn ditetapkan menurut cara Yoshida et al. (12).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## Perlakuan -P

Tanah Tropika Coklat Sitiung sangat miskin akan unsur-unsur hara, terutama P dan Mg (Tabel 1). Tanah tersebut ber-pH rendah, yaitu 4,2; sehingga ketersediaan haranya ada pada tingkat yang kurang menguntungkan. Pada tanah ber-pH rendah sering dijumpai kekurangan P (8). Hasil analisa P tanah berdasarkan ekstrak dengan HCl 25% dan Bray II, berturut-turut sebesar 9,0 mg dan 0,64 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tiap 100 g tanah kering oven. Nilai tersebut termasuk sangat rendah (4).

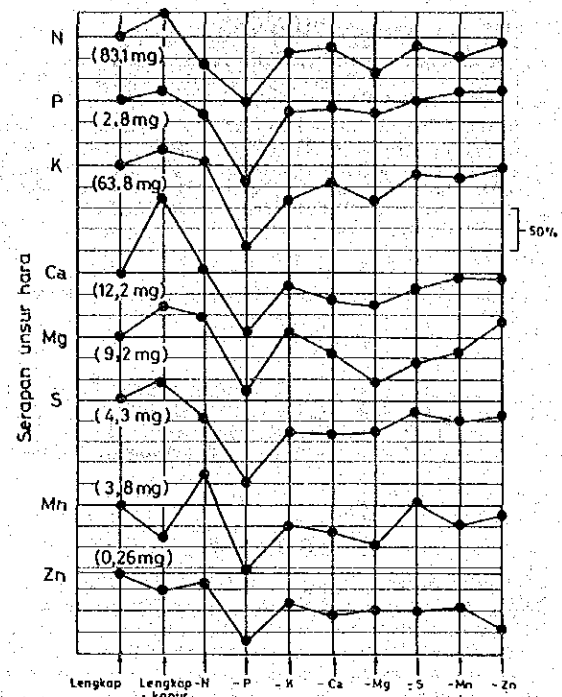
Tabel 1. Hasil analisa tanah Tropika Coklat Sitiung.

Macam analisa	Hasil analisa terhadap 100 g tanah halus
<b>Tekstur</b>	
Pasir	3%
Debu	30%
Liat	67%
<b>pH (1 : 2,5)</b>	
H <sub>2</sub> O	4,2
KCl	3,5
<b>Zat Organik</b>	
C	2,35 g
N	0,28 g
C/N	8,4
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
HCl	9,0 mg
Bray II	0,64 mg
% P-terlarut dalam HClO <sub>4</sub> pekat	0,021%
Koefisien absorpsi fosfor	1249 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	
HCl 25%	4,7 mg
Al-tukar	2,81 me
H-tukar	1,35 me
<b>Susunan kation</b>	
Ca	2,7 me
Mg	0,5 me
K	0,2 me
Na	0,1 me
Nilai kation	3,45 me
Kapasitas absorpsi	22,4 me
Kejenuhan basa	15,4%
Kebutuhan kapur	0,326 g CaCO <sub>3</sub>
S-terlarut dalam HClO <sub>4</sub> pekat	0,22%
S-Amonium asetat pH 4,8	1,47 mg
Mn mudah tereduksi	144,9 mg
Mn-Amonium asetat pH 4,8	16,9 mg
Zn tersedia	0,62 ppm

Pertumbuhan tanaman pada perlakuan -P, secara visual dapat dibedakan dengan jelas dari perlakuan lainnya. Pertumbuhan tanaman paling kerdil. Tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman umur 30 hari hanya mencapai 67% dari perlakuan lengkap tanpa pengapuran (Tabel 2). Bentuk daunnya sempit dan berwarna hijau keunguan, suatu gejala visual khas kekurangan P (1). Tanpa pupuk P, bobot kering tanaman hanya mencapai 28% dari perlakuan lengkap tanpa kapur. Perbedaan ini sangat nyata (Tabel 4).

Serapan semua unsur hara pada perlakuan -P relatif lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lengkap, yaitu dibawah 36%. Serapan unsur K dan S hanya mencapai 8% dan 7% dari perlakuan lengkap. Unsur Zn, N, Ca, dan Mg hanya mampu diangkut oleh tanaman pada perlakuan -P sebanyak 19%, 24%, 31%, dan 35% dari perlakuan lengkap (Gambar 1).

Kadar P jaringan pada perlakuan -P adalah 0,03%, suatu angka yang sangat rendah (Tabel 3). Akan tetapi perlakuan lain dalam percobaan ini, bahkan juga perlakuan lengkap dengan pengapuran, masih menunjukkan kadar P yang rendah (rata-rata 0,12%) bila dibandingkan dengan kadar P tanaman jagung pada percobaan di lapang pada umur yang sama (rata-rata 0,28% P) (2). Hal ini berarti bahwa pemupukan 120 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada percobaan ini masih terlalu rendah.



Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap perbandingan nisbi serapan unsur hara tanaman jagung varietas H-6 umur 30 hari pada tanah Tropika Coklat Sitiung.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun jagung varietas H-6 umur 30 hari pada tanah Tropika Coklat Sitiung.

Perlakuan	Tinggi Tanaman		Jumlah daun	
	Nyata (cm)	Nisbi (%)	Nyata	Nisbi (%)
Lengkap	79,8	100	11,7	100
Lengkap + Kapur	82,2	103	12,1	103
-N	64,8	81	8,5	73
-P	51,3	67	7,8	67
-K	68,6	86	9,7	83
-Ca	68,6	86	10,2	87
-Mg	72,1	90	8,4	72
-S	72,8	99	9,3	88
-Mn	77,6	97	10,9	93
-Zn	761	95	11,7	100

#### Perlakuan -Mg, -Ca, dan -K

Data bobot kering tanaman pada Tabel 4, menunjukkan bahwa tanah Tropika Coklat Sitiung sangat tanggap terhadap pemupukan Mg, Ca, dan K. Hal ini sesuai dengan rendahnya kadar unsur-unsur seperti yang diperlihatkan Tabel 1.

Ketersediaan unsur Mg, Ca, dan K sangat rendah. Bobot kering tanaman jagung dengan perlakuan -Mg, -Ca, dan -K berturut-turut adalah 1,84 g, 1,96 g, dan 2,05 g, jauh lebih ringan daripada yang dicapai dengan



Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap kadar hara tanaman jagung varietas H-6 umur 30 hari pada tanah Tropika Coklat Sitiung.

Perlakuan	Kadar Hara Tanaman							
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Lengkap	3,26	0,11	2,50	0,48	0,36	0,17	1500	101
Lengkap + Kapur	3,39	0,10	2,40	0,75	0,39	0,17	800	67
-N	2,38	0,10	2,70	0,53	0,47	0,15	2200	96
-P	2,31	0,03	0,70	0,53	0,44	0,03	1400	66
-K	3,33	0,12	1,80	0,51	0,47	0,14	1400	81
-Ca	3,36	0,13	2,55	0,43	0,37	0,15	1400	74
-Mg	2,86	0,13	2,35	0,43	0,22	0,16	1160	83
-S	2,96	0,11	2,35	0,41	0,27	0,15	1600	61
-Mn	2,99	0,14	2,55	0,51	0,33	0,15	1400	71
-Zn	2,97	0,13	2,50	0,46	0,44	0,15	1400	39

perlakuan lengkap (2,55 g). Perbedaan ini sangat nyata pada perlakuan -Mg, dan nyata pada perlakuan Ca dan K (Tabel 4). Keadaan ini tercermin pula oleh kerendahan kadar Mg, Ca, dan K pada jaringan tanaman (Tabel 3) maupun serapan yang berturut-turut hanya 44%, 69%, dan 58% dari perlakuan lengkap (Gambar 1).

#### Perlakuan -Mn

Kadar Mn-tereduksi dan Mn-terekstrak dengan ammonium asetat pada pH 4,8 dari tanah Sitiung cukup tinggi, berturut-turut 145 mg Mn dan 16,9 mg Mn per 100 g tanah kering oven, sehingga meracuni tanaman. Menurut Russel (8), unsur Mn dapat diangkut ke jaringan tanaman dalam jumlah jauh lebih banyak daripada yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimum. Unsur ini dibutuhkan tanaman jagung dalam jumlah yang relatif rendah dibandingkan dengan tanaman lain.

Tanaman jagung mulai menunjukkan gejala keracunan Mn jika kadar Mn pada jaringan mencapai lebih dari 400 ppm (3). Dalam percobaan ini, kadar Mn jaringan ternyata lebih dari 1000 ppm, kecuali pada perlakuan dengan pengapuran yakni 800 ppm (Tabel 3). Gejala tegas keracunan Mn pada tanaman jagung masih belum banyak dikemukakan, tetapi secara umum diutarakan bahwa keracunan Mn menyebabkan ujung daun menguning dan berbecak-becak coklat (10). Dalam percobaan ini, pada ujung-ujung daun dari seluruh perlakuan ditemukan becak-becak berwarna coklat kemerahan atau coklat keunguan. Gejala ini mungkin disebabkan keracunan Mn, karena kadar Mn untuk semua perlakuan relatif sangat tinggi.

Menurut laporan survei/pemetaan tanah semi detail daerah sungai Dareh (7), tanah Sitiung mempunyai tekstur liat berkerikil; dan kerikil itu adalah kongkresi Mn. Kongkresi Mn yang berlebihan pada tanah masam sangat berbahaya bagi tanaman. MnO<sub>2</sub> dalam kongkresi tersebut mudah tereduksi menjadi Mn bervalensi dua dan merupakan sumber Mn tersedia yang berlebihan bagi tanaman (8). Tingginya kadar Mn tersebut mungkin disebabkan karena proses pembukaan

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap bobot kering tanaman jagung varietas H-6 umur 30 hari pada tanah Tropika Coklat Sitiung.

Perlakuan	Bobot Kering Tanaman			pH Tanah
	Nyata (g)	Nisbi (%)	Beda	
Lengkap	2,55	100	0,00	5,6
Lengkap + Kapur	3,12	122	+0,57*	6,2
-N	2,42	95	-0,13	5,6
-P	0,72	28	-1,83**	5,6
-K	2,05	80	-0,50*	5,6
-Ca	1,96	77	-0,59*	5,4
-Mg	1,84	72	-0,71**	5,4
-S	2,51	98	-0,04	5,6
-Mn	2,25	88	-0,30	5,5
-Zn	2,48	97	-0,07	5,5
BNT 0,01			0,64	
0,05			0,45	
KK			0,09	

tanah yang cepat dan secara mekanis, sehingga lapisan tanah atas terkupas dan lapisan olah mengandung kongkresi Mn yang relatif tinggi.

#### Perlakuan Lengkap Dengan Kapur

Pengapuran rupanya merupakan tindakan yang penting bagi tanah Sitiung. Di samping menaikkan pH dan meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara, kapur juga memberi tambahan Ca dan Mg, serta menekan kemungkinan keracunan Mn (6, 8).

Perlakuan lengkap dengan pengapuran memberi hasil paling baik. Pada tabel 3, 4, dan Gambar 1 dapat dilihat perbedaan bobot kering tanaman serta kadar dan serapan unsur-unsur hara dari perlakuan lengkap tanpa kapur dan perlakuan lengkap dengan kapur.

Bobot kering tanaman dari perlakuan lengkap dengan kapur lebih tinggi dibanding dari perlakuan lain; dan perbedaan ini sangat nyata, kecuali dengan perlakuan lengkap tanpa kapur yang hanya berbeda nyata. Serapan unsur Mn meningkat karena pertumbuhan yang lebih baik (bobot kering yang lebih tinggi).

Dibandingkan dengan perlakuan lengkap tanpa kapur, serapan unsur Ca naik 92%, Mg naik 32%, dan N naik 27%; demikian juga serapan unsur S, K, dan P menunjukkan kenaikan lebih dari 10%. Sedangkan kadar dan serapan unsur Mn masing-masing turun 58% dan 34%. Kenyataan ini sejalan dengan penemuan Takana et al. (9) bahwa pH tanah yang tinggi menurunkan ketersediaan Mn.

Pengaruh negatif pengapuran adalah menurunnya ketersediaan unsur mikro tertentu dalam tanah. Akibat pengapuran, dalam percobaan ini, ada penurunan serapan Mn 34% dan Zn 19%, sedang dalam jaringan tanaman terjadi penurunan kadar Mn 47% (1500 ppm — 800 ppm) dan Zn 33% (101 ppm — 67 ppm). Serapan Zn rendah karena kepekatn Ca yang tinggi dalam jaringan tanaman maupun tanah. Naiknya kepekatn unsur Ca dalam tanaman maupun tanah menyebabkan terdesaknya ketersediaan unsur-unsur Fe, Mn, Zn, dan B (11).

Kebutuhan kapur pada tingkat pH 6,0 berdasarkan metoda "pH tanah" adalah sebesar 0,326 g CaCO<sub>3</sub> per 100 g tanah, atau 6,5 ton CaCO<sub>3</sub> tiap hektar. Pada percobaan ini, pemberian 1,63 g CaCO<sub>3</sub> pada 500 g tanah, menaikkan pH menjadi 6,2 (Tabel 4), sedangkan pH rata-rata tanpa pengapuran adalah 5,5. Dengan pengapuran, walaupun produksi bahan kering meningkat, ketersediaan unsur-unsur tertentu (terutama Zn) menjadi berkurang. Oleh karenanya, untuk pemberian kapur diperlukan kewaspadaan yang tinggi. Hendaknya pengapuran tidak ditujukan untuk menaikkan pH menjadi 6,0, melainkan untuk mengurangi nilai tukar Al-nya.

#### Perlakuan -N, -S, dan -Zn

Dilihat dari bobot kering tanaman, perlakuan -S, -Zn, dan -N tidak menimbulkan gejala kekurangan unsur-unsur itu pada tanaman. Dibandingkan dengan perlakuan lainnya, perlakuan -Zn dan -N menurunkan serapan Zn dan N. Hal ini berarti bahwa pemupukan N dan Zn dapat menaikkan kadar N dan Zn tanaman ke tingkat yang lebih dari cukup, tetapi tidak meningkatkan produksi.

#### PUSTAKA

1. Aldrich, R.S. and E.R. Leng. 1972. Modern corn production. F and W Publishing Corporation, USA. pp. 221-2.
2. Alidawati. 1976. Pengaruh pemupukan fosfor dan kalium terhadap absorpsi zat hara dan produksi jagung. Kumpulan laporan Penelitian Bagian Fisiologi LPPP, Bogor. 45 pp.
3. Arnon, J. 1975. Mineral nutrition of maize. Int. Potash Inst. Bern, Switzerland.
4. Chapman, H.D. 1975. Diagnostic criteria for plants and soils. Eurasia Publishing House (P) Ltd., New Delhi. pp. 65-362.
5. Hidayat, A. 1978. Methods of soil chemical analysis. Japan International Cooperation Agency, Indonesia - Japan Joint Food Crop Research Program, Bogor.
6. Jacob, A. and H.V. Uexkull. 1963. Fertilizer use. H. Veenman en Zonen N.V. Wageningen, 3rd edn. pp. 191-2.
7. Lembaga Penelitian Tanah, Bogor. 1977. Progress Report Survei/pemetaan tanah semi detail daerah sungai Dareh-Kotabaru (jalan lintas Sumatera). (Mimeograph).
8. Russell, E.W. 1961. Soil conditions and plant growth, 9th edn. Longman Group Ltd., London; pp. 49-51, 516, and 523.
9. Tanaka, A. and S. Yoshida. 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. IRRI Tech. Bull., 10. 51 pp.
10. Wallace, T. 1951. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. H.M. Stationary office, London.
11. Yamasaki, T. 1971. Micro and macro nutrients, diagnosis and treatment for soils and crops. Hakuyusha, Tokyo, Japan. p. 62 (Japanese).
12. Yoshida, S., D. Forno, J. Cock, and K.A. Gomez. 1976. Lab. manual for physiological study of rice, 3rd edn. Los Banos, Laguna, Philippines.

## Yield Stability of Early to Late Corn Varieties

Subandi<sup>1</sup>

### ABSTRAK

*Stabilitas Hasil dari Varietas Jagung Genjah sampai Dalam*. Lima belas varietas jagung (*Zea mays* L.) dicoba dalam rancangan petak terpisah di 4 lokasi dalam 3 musim. Tiga tingkat pemupukan dipakai sebagai petak utama. Data hasil biji dalam kg/ha dan setelah ditransformasi ke logaritma dasar 10 dianalisa untuk parameter stabilitasnya. Dipakai regresi hasil rata-rata varietas dan pengaruh interaksi genotipa-lingkungan pada indeks lingkungan, dan penghitungan kuadrat tengah interaksi genotipa-lingkungan untuk masing-masing varietas. Dengan transformasi ragam galat masih belum homogen dan masih banyak varietas yang menunjukkan simpangan dari regresi yang nyata. Penggunaan data asal dan data transformasi menunjukkan hasil bersamaan dalam: ranking hasil rata-rata varietas, identifikasi kuadrat tengah simpangan dari regresi dan interaksi genotipa-lingkungan yang tidak nyata, dan bagian dari jumlah kuadrat interaksi genotipa-lingkungan yang dikeluarkan oleh regresi. Karena hal-hal tersebut dan karena data asal mempunyai sifat eksplisit, maka dalam penelitian ini penggunaan data asal lebih baik. Penjalnan, Penduduk Ngale, ICS, Putih Nusa, dan ICS, Medok (varietas-varietas

genjah lokal) memberi hasil setingkat Harapan (varietas dalam dilepas tahun 1964). Penjalnan dan Penduduk Ngale adalah stabil. ICS, Putih Nusa dan ICS, Medok tampil lebih baik dalam lingkungan yang lebih miskin. Harapan Baru, ICS, Bogor DMR-4, H-101 dan H-159, rata-rata memberi hasil 600 kg/ha lebih tinggi daripada keempat varietas lokal, tetapi berumur 10 hari lebih dalam. Umur genjah dan sifat tanggapan varietas-varietas lokal pada berbagai lingkungan, termasuk lingkungan tanpa pupuk, membuat petani menyukai varietas-varietas lokal.

**S**UBANDI (5) presented arguments for the essential need of high yielding, stable varieties of corn (*Zea mays* L.) for Indonesian farmers. He also presented yield data of early and late varieties from separate tests that suggested a somewhat higher yield per day for the early varieties. He further suggested that experiments for comparing early versus late varieties be carried out to evaluate the real merit of the early varieties commonly associated with low yielding and yet preferred by farmers. The experiments should include zero level of fertilization (because many farmers are still not using fertilizer for their corn crop) and probably one or two higher levels.

<sup>1</sup> Plant Breeder, Bogor Research Institute for Food Crops, Bogor, Indonesia.

Early to late varieties of corn were then tested under three levels of fertilization at different locations and seasons. Results of the experiments were reported in the present paper.

### MATERIALS AND METHODS

Four early, three medium and eight late varieties of corn (Table 1) were tested in a split-plot design with 2 replications at 4 locations in 3 seasons (Table 2). Five varieties with lower height, i.e. (Harapan x Medok)-15, (Metro x Medok)-434, Intercross S<sub>2</sub>, Medok, Penduduk Ngale, and Penjalinan were each allocated to 5-row plots, spaced 60 cm apart. The other varieties were allocated to 4-row plots, spaced 80 cm apart. All plots were 8 m long with hill distance within row 40 cm. Three seeds were dropped in each hill and the seedlings were thinned to two plants, making plant densities of 83,333 and 62,500 plants/ha for the smaller and the taller varieties, respectively. Three main plots were used. The first was not fertilized, the second was fertilized with 150 kg Urea per hectare and the third with 300 kg Urea, 150 kg TSP and 50 kg KCl per hectare. The test at Tegineneng in wet season 1978/79, due to technical error, was fertilized with additional urea of about 100 kg/ha.

The three levels of fertilization used in this study was to create a greater environmental variation and it was done because many corn farmers were still either not using any fertilizer at all or not using a high rate of fertilization. Each main plot was considered as a separate test with a randomized complete block design.

Data on grain yield at 15% moisture content, days to 50% silk and days to mature (i.e. days from planting to when 90% of the plants showed brown husk) were collected from 3 center rows with 18 hills and 2 center rows with 18 hills for the lower and the taller varieties, respectively. The data on grain yield were converted from kg/plot into kg/ha before analyses. Data of the unfertilized main plot from Kuningan, wet season 1978/79 were dropped from the analyses because a large number of plants were lost. This made 17 test environments included in the analyses.

Regression analyses of variety mean yield and of genotype-environment interaction effect on environmental index (1, 2, 3, 4) were used. Mean square due to the genotype-environment interaction effect for individual varieties was also calculated and used as a stability parameter (5). Data on the actual yield (1, 2, 3) and after transformed to a logarithmic scale (3) were used in each of the analyses. Duncan's new multiple range test was used to compare means.

### RESULTS AND DISCUSSION

Results of the analyses of variance are the same for both the actual and the log<sub>10</sub> transformed data (Table 3). There are significant genetic differences among varieties for their yielding capacity and their responses to varying environments.

Yields, regression coefficients, coefficients of determination, deviation mean squares, and genotype-environment interaction mean squares in the original and the logarithmic scales are presented in Tables 4 and 5, respectively. The differences among varieties for mean yield over environments are quite similar in both cases, e.g., Harapan Baru, ICS, Bogor DMR-4, H-101, H-159, and ICS, H-DMR are not significantly different from each other. Except ICS, H-DMR, these varieties yield significantly higher than the other varieties. (Metro x Medok)-434 gives the lowest yield.

For stability parameters results with the arithmetic

Table 1. Pedigree and maturity of 15 corn varieties.

Variety	Pedigree	Maturity <sup>b</sup>
Penjalinan	A yellow local variety from Banyuwangi	Early
Penduduk Ngale	A white local variety from Ngale	Early
ICS, Medok	Intercross among S <sub>2</sub> lines of Medok, a yellow local variety from Salatiga.	Early
ICS, Putih Nusa	Intercross among S <sub>2</sub> lines of Putih Nusa, a white local variety from Bali.	Early
(Harapan x Medok)-15	A half sib family selected mainly for downy mildew resistance. The female parent is a plant from (Harapan x Medok) F <sub>2</sub> . The male parents are a mixture of 30 F <sub>2</sub> 's of crosses between 3 late and 10 early varieties.	Medium
(Harapan x Putih Nusa)-68	Same as above except that the female is a plant of (Harapan x Putih Nusa) F <sub>2</sub> .	Medium
(Metro x Medok)-434	Same as above except that the female is a plant of (Metro x Medok) F <sub>2</sub> .	Medium
ICS, Bogor DMR-4	Intercross among S <sub>2</sub> lines of Bogor DMR-4 selected for downy mildew resistance.	Late
Wonosobo Composite	A composite from Texas 34 C, Harapan and Baster Kuning as a core.	Late
Harapan <sup>a</sup>	Mass selection from No. 142-48	Late
H-6 <sup>a</sup>	A synthetic composed of 6 full-sib families selected for downy mildew resistance from H-DMR.	Late
H-43	A synthetic composed of 43 full-sib families selected for downy mildew resistance from H-DMR.	Late
H-101	A synthetic composed of 101 S <sub>2</sub> lines selected for downy mildew resistance and grain type from H-43.	Late
H-159 <sup>a</sup>	A synthetic composed of 159 S <sub>2</sub> lines of H-DMR selected for downy mildew resistance.	Late
ICS, H-DMR	A synthetic composed of 213 S <sub>2</sub> lines of H-DMR selected for downy mildew resistance.	Late

<sup>a</sup>Released variety.

<sup>b</sup>Based on observation at Bogor.

Table 2. Locations and seasons for trials with 15 corn varieties.

Location	Season	
	Wet	Dry
Tegineneng (South Lampung)	1978/79	—
Citayam (Bogor)	1978/79	1980
Cigadung (Kuningan)	1978/79, 1979/80	—
Muneng (Probolinggo)	1978/79	—

and the logarithmic scales are as follow. Ten and nine varieties show nonsignificant deviation mean squares where eight varieties are the same. Ten and nine varieties show regression coefficients that are not significantly different from 1.0 where only five varieties are the same. Six and five varieties are identified stable based on regression coefficient and deviation mean square, where only one variety is the same. Six and also six varieties show nonsignificant genotype-environment interaction mean squares, where 5 varieties are the same.

Logarithmic transformation reduces coefficient of variation from 28.8 to 14.1% and reduces heterogeneity among individual error variances but fails to make the error variances homogenous at  $P = 0.05$ .

Logarithmic transformation also increases linearity for almost all varieties in the regression of mean yields.

Table 3. Analyses of variance for grain yield of 15 corn varieties grown in 17 test environments.

Source of variation	df	Mean square	
		Original data (kg/ha)	Log <sub>10</sub> transformed data
Variety	14	2,342,100**	0.2216**
Environment (linear)	1	150,878,200**	20.0295**
Variety x Env. (linear)	14	581,000**	0.0508**
Pooled deviation	225	243,200**	0.0233**
Error	238	125,600	0.0103

\*\* Significant at  $P = 0.01$ .

Table 4. Yields, regression coefficients, coefficients of determination, deviation mean squares, and genotype-environment interaction mean squares for 15 corn varieties.

Variety	Yield of grain		Regression of mean yield			Regression of genotype-environment interaction effect		
	Mean <sup>a</sup>	Range	Regression coefficient	Coefficient of determination $r^2$	Deviation mean squares	Interaction mean squares	Regression coefficient $b'$	Coefficient of determination $r'^2$
	Arithmetic scale of kg/ha							
Harapan Baru	2,390 a	330 - 4,160	1.31 <sup>+ +</sup>	0.92	101,000	155,300	0.31 <sup>xx</sup>	0.39
ICS, Bogor DMR-4	2,320 a	690 - 3,430	1.04	0.84	138,000	130,600	0.04	0.01
H-101	2,270 a	450 - 4,490	1.31 <sup>+</sup>	0.89	148,000	198,900	0.31 <sup>x</sup>	0.30
H-159	2,230 a	250 - 3,970	1.20	0.89	114,500	133,700	0.20	0.20
ICS, H-DMR	2,200 ab	360 - 4,020	1.23	0.82	225,400*	245,000*	0.23	0.14
Penjalinan	1,870 bc	190 - 3,490	1.14	0.83	185,100	186,200	0.14	0.07
Penduduk Ngale	1,790 cd	140 - 3,260	1.06	0.88	100,900	96,800	0.06	0.02
Harapan	1,740 cd	190 - 4,000	0.98	0.58	459,500**	431,000**	-0.02	0.00
H-43	1,710 cd	250 - 3,710	0.90	0.48	593,100**	562,300**	-0.10	0.01
(Harapan x Putih Nusa)-68	1,690 cd	100 - 2,910	0.98	0.83	127,900	120,300	-0.02	0.00
Wonosobo Composite	1,670 cd	110 - 4,520	1.10	0.56	637,300**	603,700**	0.10	0.01
ICS, Putih Nusa	1,650 cd	260 - 2,840	0.63 <sup>+</sup>	0.60	180,400	253,700*	-0.37 <sup>x</sup>	0.33
ICS, Medok	1,510 cd	220 - 2,750	0.74 <sup>+</sup>	0.81	86,500	123,100	-0.26 <sup>x</sup>	0.34
(Harapan x Medok)-15	1,430 d	140 - 2,390	0.87	0.86	81,500	86,500	-0.13	0.12
(Metro x Medok)-434	1,100 e	160 - 2,330	0.49 <sup>+</sup>	0.26	468,100**	600,500**	-0.51 <sup>x</sup>	0.27
Mean of 15 varieties	1,840	260 - 3,020						

<sup>a</sup>Means not followed by a common letter are significantly different at the 0.05 probability level.

<sup>+</sup> and <sup>++</sup> Significantly different from 1.0 at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

\* and \*\* Significant at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

<sup>x</sup> and <sup>xx</sup> Significantly different from zero at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

The coefficients of determination in the logarithmic scale range from 41% to 95% (average 80%) as compared with 26% to 92% (average 74%) in the arithmetic scale. However, even with the logarithmic scale 6 varieties show significant deviation mean squares. Furthermore, as shown in the regression of genotype-environment interaction effects, regression accounts for only 16% (ranges from less than 1% to 51%) of the genotype-environment interaction sum of squares in the logarithmic scale and 15% (ranges from less than 1% to 39%) in the original scale. This means that with the present data the regression coefficient per se is not an enough measure of stability even when the data are transformed to logarithms. Finlay and Wilkinson (3) used only regression coefficient as a stability parameter.

Based on the results discussed above where the uses of actual and transformed data provide similar ranking in the varietal mean yields, similar identification of nonsignificant deviation and genotype-environment interaction mean squares, and similar amount of the genotype-environment interaction sum of squares that are removed by regression, and because of explicit nature of the actual data, it appears that in the present study the use of the original data is preferred. Further discussion will refer to analysis of the actual data (Table 4).

Nine varieties are identified as stable with the genotype-environment interaction mean square as a stability parameter. Six of them are also stable when identified with the regression coefficient and deviation mean squares.

Table 5. Yields, regression coefficients, coefficients of determination, deviation mean squares, and genotype-environment interaction mean squares for 15 corn varieties.

Variety	Yield of grain		Regression of mean yield			Regression of genotype-environment interaction effect			
	Mean <sup>a</sup>	Range	Regression coefficient	Coefficient of determination r <sup>2</sup>	Deviation mean squares	Interaction mean squares	Regression coefficient b'	Coefficient of determination r' <sup>2</sup>	
			b						
				Logarithmic scale of kg/ha					
Harapan Baru	3.30 a	2.51-3.62	0.98	0.95	0.004	0.004	-0.02	0.01	
ICS, Bogor DMR-4	3.32 a	2.82-3.53	0.68 * *	0.82	0.009	0.017	-0.32 <sup>xx</sup>	0.51	
H-101	3.28 a	2.65-3.64	0.88	0.92	0.006	0.007	-0.12	0.18	
H-159	3.27 a	2.40-3.59	0.97	0.93	0.006	0.006	-0.03	0.01	
ICS, H-DMR	3.26 ab	2.53-3.60	0.92	0.83	0.015	0.015	-0.08	0.03	
Penjalinan	3.15 bc	2.17-3.53	1.26 *	0.88	0.019*	0.023 <sup>**</sup>	0.26 <sup>x</sup>	0.23	
Penduduk Ngale	3.14 c	2.11-3.51	1.24 * *	0.95	0.007	0.011	0.24 <sup>xx</sup>	0.45	
Harapan	3.12 c	2.27-3.60	0.99	0.69	0.039 <sup>**</sup>	0.036 <sup>**</sup>	-0.01	0.00	
H-43	3.11 c	2.39-3.50	0.94	0.60	0.053 **	0.050 **	-0.06	0.01	
(Harapan x Putih Nusa)-68	3.12 c	1.99-3.46	1.22 *	0.93	0.010	0.014	0.22 <sup>x</sup>	0.31	
Wonosobo Composite	3.08 c	2.02-3.65	1.25	0.79	0.036 <sup>**</sup>	0.039 <sup>**</sup>	0.25	0.13	
ICS, Putih Nusa	3.16 bc	2.38-3.45	0.72 *	0.70	0.019*	0.025 <sup>**</sup>	-0.28 <sup>x</sup>	0.27	
ICS, Medok	3.11 c	2.33-3.43	0.84	0.82	0.014	0.015	-0.16	0.14	
(Harapan x Medok)-15	3.05 c	2.12-3.37	1.22 *	0.91	0.013	0.016	0.22 <sup>x</sup>	0.26	
(Metro x Medok)-434	2.89 d	2.20-3.37	0.88	0.41	0.101 <sup>**</sup>	0.096 <sup>**</sup>	-0.12	0.01	
Mean of 15 varieties	3.16	2.33-3.43							

<sup>a</sup>Means not followed by a common letter are significantly different at the 0.05 probability level.

\* and \* \* Significantly different from 1.0 at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

\* and \*\* Significant at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

\* and <sup>xx</sup> Significantly different from zero at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

The local and early varieties Penjalinan, Penduduk Ngale, ICS, Putih Nusa, and ICS, Medok give the same yield level as Harapan, H-43, (Harapan x Putih Nusa)-68, and Wonosobo Composite. Penjalinan and Penduduk Ngale are stable; they performed well over environments. ICS, Putih Nusa and ICS, Medok performed relatively better in poorer environments as indicated by the regression coefficients that are lower than 1.0 and nonsignificant deviation mean squares. Harapan is late and unstable. This variety was released in 1964 and is one of some well-known varieties. The earliness, and the nature of yield response in different environments including environments with no fertilizer should explain the farmer's preference to the local varieties.

The stability of Harapan, H-43, (Harapan x Putih Nusa)-68, (Harapan x Medok)-15, Penjalinan and Penduduk Ngale are the same as reported previously (5, 7). The stability of Harapan Baru (H-6), H-101, H-159, (Metro x Medok)-434, and Wonosobo Composite are at variance with those reported previously (6, 7). This could be due to the inclusion of nonfertilized environments in the present study.

H-159, H-101, ICS, Bogor DMR-4, and Harapan Baru, on the average, outyield Penjalinan, Penduduk Ngale, ICS, Putih Nusa and ICS, Medok by 597 kg/ha but the first group of varieties also mature 10.2 days later than the second group (Table 6). Yield per day of the first group is 24.2 kg/ha, and that of the second is 20.5 kg/ha. The difference is 18% but the released variety such as Harapan Baru is not widely planted by

Table 6. Days to silk, days to mature, and percent downy mildew of 15 corn varieties.

Variety	Days to 50% silk	Days to mature	Downy mildew (%)
	(14) <sup>a</sup>	(14)	(14)
Harapan Baru	65.1	95.8	6
ICS, Bogor DMR-4	57.0	92.9	6
H-101	65.2	95.6	5
H-159	60.0	96.1	6
ICS, H-DMR	59.6	96.4	7
Penjalinan	56.9	89.4 <sup>b</sup>	4
Penduduk Ngale	54.1	86.5 <sup>b</sup>	10
Harapan	66.9	97.3	27
H-43	61.1	99.0	7
(Harapan x Putih Nusa)-68	55.2	88.4	12
Wonosobo Composite	63.1	99.0	33
ICS, Putih Nusa	53.2	83.9	14
ICS, Medok	52.5	79.8 <sup>b</sup>	14
(Harapan x Medok)-15	57.4	91.1	12
(Metro x Medok)-434	53.2	86.8	5

<sup>a</sup>Average over 14 tests.

<sup>b</sup>Average over 11 tests.

farmers. H-159 and ICS, Bogor DMR-4 performed well over all environments, and H-101 and Harapan Baru performed relatively better in better environments.

The higher yield of the first five varieties in Table 4 when compared with Harapan and Wonosobo Composite are mainly due to downy mildew (*Sclerospora maydis* Rac. (Butl.)) resistance of the first (Table 6).

## ACKNOWLEDGMENT

The author greatly acknowledges all corn breeding staff at the Central Office, particularly Mr A. Sudjana and Mr Suyitno, and technical staff at the four stations for their assistance in the conduct of the experiments.

## REFERENCES

1. Baker, R.J. 1969. Genotype-environment interactions in yield of wheat. *Can. J. Plant Sci.* 49: 743-51.
2. Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
3. Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-54.
4. Perkins, Jean M., and J.L. Jinks. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity* 23: 339-56.
5. Subandi. 1979. Yield stability of nine early maturing varieties of corn. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 53: 11p.
6. Subandi, M.R. Hakim, and M.M. Dahlan. 1978. Yield performance of fifteen maize varieties in different environments. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 39: 12p.
7. Subandi, M.R. Hakim, A. Sudjana, M.M. Dahlan, and Amris Rifin. 1979. Mean and stability for yield of early and late varieties of corn in varying environments. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 51: 24p.

## Pengaruh Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan Larva Penggerek Padi *Tryporyza incertulas* Walker

J. Soejitno<sup>1</sup>

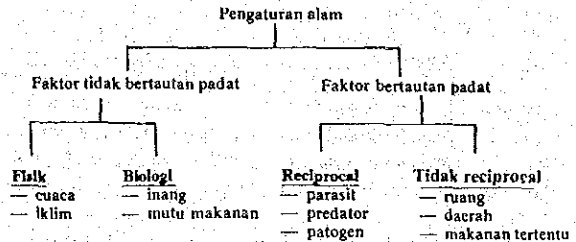
## ABSTRACT

*Effect of Nitrogen to the Development of Larvae of Tryporyza incertulas Walker. The effect of N fertilizer to the development of larvae of Tryporyza incertulas was studied under four different levels of N. The rice variety of Pelita I-1 applied with N fertilizer had more tillers, more vigorous stems and the plant had higher N-content than without N-fertilizer. The tillers damaged by larvae was positively correspond to the fertilizer application. The effect of N significantly correlated to the weight of larva and pupa and reduced the larval duration. The N application did not correspond to the length and width of body and head width of larvae. From the study showed there were 6 larval instars of T. incertulas and the N fertilizer had no effect to the number of larval instar.*

POPULASI suatu jasad atau organisme dalam suatu ekosistem ditentukan oleh berbagai faktor. Tingkat populasi dibatasi oleh interaksi antara faktor biotik (populasi dengan populasi jasad yang lain dalam ekosistem) dan faktor fisik yang terdapat di situ. Populasi dan lingkungan efektifnya yang disebut "codeterminant" menentukan adanya individu dan populasi dengan segala ciri-cirinya yang dapat dilihat (1). Codeterminant mempunyai peranan ganda: 1) mengendalikan kehidupan individu yang menghasilkan tambahnya populasi (reproduksi, imigrasi) dan 2) mengendalikan pembatasan populasi (mortalitas, natalitas, emigrasi). Peristiwa-peristiwa tersebut di atas merupakan suatu proses ekologi yang bisa bersifat bertautan padat atau tidak bertautan padat (density dependent/independent process). Faktor bertautan padat dianggap sebagai faktor yang mengendalikan populasi.

Menurut Van den Bosch dan Messenger (11), proses ekologi adalah suatu proses pengaturan alam yang dapat diuraikan sebagai berikut.

<sup>1</sup>Ajun Peneliti Hama Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.



Dalam hal penggerek padi, pertumbuhan individu dan populasinya juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tersebut di atas. Dalam tulisan berikut akan dibahas salah satu aspek dari faktor makanan yaitu pengaruh pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan larva penggerek padi *Tryporyza incertulas*. Seperti diketahui, penggerek padi adalah salah satu jenis hama padi yang penting. Dari 6 jenis penggerek yang diketahui, penggerek padi kuning *T. incertulas* adalah yang paling dominan di Indonesia.

Penggunaan pupuk nitrogen pada padi sawah sangat intensif dan disamping meningkatkan produksi dengan nyata, juga cenderung menguntungkan pertumbuhan dan perkembangan hama/penyakit. Data tentang pengaruh pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan/perkembangan hama masih sangat terbatas, terutama di Indonesia.

## BAHAN DAN METODA

Untuk penelitian ini digunakan varietas Pelita I-1 yang ditanam pada 4 petak, masing-masing berukuran 4 m x 6 m. Jarak tanam adalah 20 cm x 20 cm, dan banyaknya bibit 3 batang per rumpun. Petak-petak tersebut berturut-turut dipupuk 0, 60, 120, dan 180 kg N/ha. Pupuk N bentuk Urea diberikan 3 kali, sedangkan 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha dan 60 kg K<sub>2</sub>O/ha diberikan sekali pada waktu tanam.

Pada umur 8 minggu setelah sebar, tiap petak diinfestasi dengan kurang lebih 1000 larva *T. incertulas* yang baru menetas. Larva-larva tersebut diperoleh dari telur-telur penggerek hasil koleksi ngengat penggerek dari sawah. Ngengat kemudian dipelihara dalam kurungan kasa dengan tanaman pot di dalamnya.

Setelah infestasi, tiap 3 hari sekali rumpun-rumpun contoh diambil dan dibelah untuk mendapatkan 25 larva atau lebih dari tiap petak. Menurut Nishida & Torri (7) jumlah 25 larva adalah contoh minimum untuk penelitian bionomika penggerek padi. Larva-larva contoh tersebut kemudian ditimbang dan diukur panjang dan lebar badannya serta lebar kepalanya. Panjang badan diukur dari ujung kepala sampai ujung abdomen, lebar adalah lebar ruas abdomen tengah dari dorsal dan lebar kepala diukur dengan mikroskop mikrometer. Pengambilan contoh larva dilakukan secara acak sistematis hingga stadium pupa.

Untuk mengetahui pengaruh pupuk N terhadap intensitas serangan dilakukan percobaan pada pot (diameter 28 cm dan tinggi 32 cm). Tiap pot ditanam 2 bibit padi Pelita I-1 dengan ulangan 5 kali. Dosis pupuk dan waktu infestasi larva penggerek sama dengan percobaan lapang. Banyaknya larva diinfestasikan adalah 10 larva tiap pot. Pengamatan dilakukan pada 30 hari setelah infestasi.

Seluruh penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Muara pada musim penghujan 1978/79.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

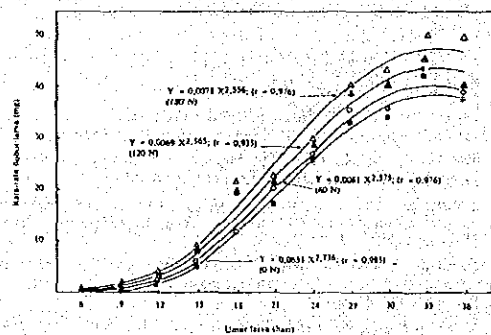
**Pengaruh Pupuk N terhadap Bobot Larva**

Data rata-rata bobot larva dari berbagai umur pada tingkat pupuk N yang berbeda menunjukkan kecenderungan sama, yaitu dengan dosis pupuk N makin tinggi memberi pengaruh terhadap bobot larva makin tinggi (Tabel 1). Pupuk N yang tinggi menyebabkan tanaman tumbuh baik dan bernilai gizi tinggi. Keadaan ini sangat menguntungkan bagi pertumbuhan larva penggerek padi.

Pola pertumbuhan larva adalah sebagai berikut. Sampai umur 15 hari pertumbuhan larva relatif lambat,

Tabel 1. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap bobot (mg) larva *Tryporyza incertulus*, Muara, 1978/79.

Umur larva (hari)	Dosis pupuk (kg N/ha)			
	0	60	120	180
6	0,48	0,62	0,74	0,80
12	1,73	2,22	2,28	2,69
18	12,33	19,69	19,80	24,08
24	26,70	27,02	29,99	30,39
30	24,52	36,61	41,81	43,50
36	37,99	38,37	40,72	50,34



Gambar 1. Pertumbuhan larva *Tryporyza incertulus* pada beberapa tingkat pupuk N. Muara, 1978/79.

kemudian antara 15-27 hari pertumbuhannya cepat dan setelah 27 hari pertumbuhannya kembali menjadi lambat. Pola pertumbuhan larva tersebut adalah pola umum untuk pertumbuhan fauna serangga dan bila digambarkan akan berbentuk sigmoid (Gambar 1). Hal ini kemudian diikuti oleh pola perkembangan gejala serangan penggerek yang sejalan, yaitu mula-mula rendah dan kemudian tinggi pada 14-35 hari setelah infestasi (10).

Hasil penelitian Hirano (3), Manwan & Vega (4), Ishii (5) dan LPPM (6) menunjukkan hal yang sama bahwa bobot larva makin tinggi pada perlakuan dengan pupuk N yang makin tinggi.

**Pengaruh Pupuk N terhadap Intensitas Serangan**

Ada kecenderungan yang kuat bahwa intensitas serangan penggerek makin tinggi dengan pupuk N yang makin tinggi. Data pada Tabel 2 menunjukkan dengan jelas bahwa jumlah tanaman terserang dan persentase serangan penggerek makin meningkat secara nyata sejalan dengan dosis pupuk N yang diberikan.

Beberapa data penelitian lain menunjukkan hasil yang sama bahwa pupuk N makin tinggi diikuti intensitas serangan penggerek yang makin tinggi (3, 4, 5, 6).

**Pengaruh Pupuk N terhadap Umur Larva dan Bobot Pupa**

Menurut Ishii (5) pupuk N yang tinggi mengakibatkan survival dan bobot larva lebih tinggi serta mempersingkat umur stadium larva. Hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang sama bahwa makin tinggi pupuk N makin singkat umur stadium larva penggerek (Tabel 3). Umur larva penggerek adalah 33, 30, 27, dan 24 hari berturut-turut untuk perlakuan dengan pupuk 0, 60, 120, dan 180 kg N/ha.

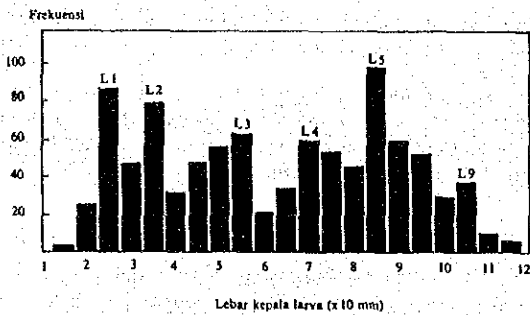
Bobot pupa juga cenderung makin tinggi untuk dosis pupuk N yang makin tinggi. Bobot pupa yang tinggi dapat diduga akan mengandung telur lebih banyak atau dengan kata lain pupuk N mempengaruhi keperidian penggerek padi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hirano (3) dan Ishii (5), bahwa pupuk N meningkatkan keperidian penggerek padi *Chilo suppressalis*.

**Pengaruh Pupuk N terhadap Ukuran Larva**

Berdasarkan data pada Tabel 4, ternyata ukuran panjang dan lebar badan serta lebar kepala larva tidak dipengaruhi oleh pupuk nitrogen. Sehingga ukuran panjang, lebar badan serta lebar kepala larva tidak dapat dipakai sebagai kriteria pengukuran pertumbuhan larva.

Meskipun ukuran lebar kepala tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk nitrogen, tetapi menurut hukum Dyar (12) lebar kepala larva berkorelasi dengan instarnya. Berdasarkan data ukuran lebar kepala larva dapat digambarkan histogram sebaran frekuensinya.

Ternyata sebaran frekuensi tersebut untuk masing-masing dosis N berfluktuasi kurang teratur sehingga sulit untuk menduga banyaknya instar. Tetapi bila frekuensi ukuran lebar kepala larva tersebut dibuat secara keseluruhan maka dapat diduga adanya 6 puncak (Gambar 2).



Gambar 2. Histogram frekuensi sebaran lebar kepala larva *Tryporyza incertulas*. Muara, 1978/1979.

Jadi dalam penelitian ini diduga ada 6 instar larva penggerek *T. incertulas*. Menurut hasil penelitian oleh Fachrudin & Jafar Baco (2), Rotschild (8) dan Soehardjan (9) dinyatakan bahwa instar larva penggerek bervariasi antara 5-7. Dan instar larva penggerek tidak dipengaruhi oleh penggunaan pupuk nitrogen.

### KESIMPULAN

Penggunaan pupuk N mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi lebih baik dalam hal banyaknya anakan, tinggi dan vigor tanaman. Keadaan ini menciptakan kondisi lingkungan mikro yang baik bagi pertumbuhan larva penggerek *T. incertulas*. Disamping itu pupuk N yang tinggi menyebabkan kandungan N yang tinggi dalam tanaman. Dan N merupakan unsur esensial pembentuk asam amino/protein yang penting untuk pertumbuhan larva penggerek.

Penggunaan pupuk N dengan dosis makin tinggi diikuti banyaknya serangan dan intensitas serangan penggerek padi makin tinggi. Disamping itu pupuk N meningkatkan bobot dan keperidian larva serta mempersingkat masa stadium larva penggerek padi. Sedangkan pengaruhnya terhadap ukuran panjang, lebar badan dan lebar kepala larva adalah tidak nyata. Pupuk N juga tidak berpengaruh terhadap banyaknya instar larva penggerek *T. incertulas*.

Berdasarkan ukuran lebar kepala larva dapat diduga ada 6 instar larva penggerek *T. incertulas*.

### PUSTAKA

- Clark, LR, F.W. Geier, RD. Hughes, and R.F. Morris. 1970. The ecology of insect population in theory and practice. Methuen & Co. Ltd. 232 p.
- Fachrudin, dan Jafar Baco. 1973. Penelitian mengenai populasi larva dan percobaan populasi serta faktor penyebabnya. Dinas Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Dep. P & K.
- Hirano, Chisato. 1963. Studies on the nutritional relationship between larvae of *Chilo suppressalis* Walker and the rice plant with special reference to role of nitrogen in nutrition of larvae. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Series C. No. 15: 103-74.

Tabel 2. Pengaruh pupuk N terhadap intensitas serangan penggerek *T. incertulas*. Muara, 1978/79.

Pupuk (kg N/ha)	Jumlah tanaman/rumpun	Gejala serangan	Persen serangan
0	13,6 a	6,6 a	48,6 a
60	17,8 ab	9,0 a	50,6 a
120	21,6 bc	12,2 b	56,2 b
180	26,4 cd	15,4 c	64,0 c

Angka-angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 3. Pengaruh pupuk N terhadap umur larva, bobot pupa dan persen pupa *T. incertulas*. Muara, 1978/79.

Umur larva (hari)	Pupuk (kg N/ha)			
	0	60	120	180
	----- rata-rata bobot pupa muda (mg) -----			
24	a	a	a	50,06 (3)
27	a	a	38,37 (4)	45,05 (11)
30	a	37,40 (3)	38,77 (13)	43,30 (19)
33	29,83 (8)	39,45 (10)	40,75 (31)	46,75 (40)
36	39,70 (22)	40,78 (35)	40,06 (41)	41,06 (57)

a = belum ditemukan bentuk pupa

( ) = angka dalam kurung menunjukkan persen pupa

Tabel 4. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap ukuran larva *T. incertulas*. Muara, 1978/79.

Pupuk (kg N/ha)	Ukuran larva <sup>a</sup> (mm)		
	Panjang	Lebar badan	Lebar kepala
0	17,68	2,20	0,92
60	16,50	2,22	0,89
120	17,44	2,33	0,89
180	17,18	2,18	0,93

<sup>a</sup>Larva instar terakhir.

- Ibrahim Manwan, and Carlos R. Vega. 1975. Resistance of rice varieties to yellow borer, *Tryporyza incertulas* (Walker). Saturday Seminar, May 10, 1975. IRRRI, Philippines.
- Ihli, Shozdro. 1967. Nutritional studies of the rice stem borer *Chilo suppressalis* Walker. In the Major insect pests of the rice plant. Proc. Symp. Intern. Res. Inst. Johns Hopkins, Baltimore: 229-48.
- LPPM. 1971. Empat tahun penelitian pemberantasan hama penggerek batang padi di Sulawesi Selatan. Departemen Pertanian, LP3-LPPM Makasar.
- Nishida, T., and T. Torri. 1970. A Handbook of Field Methods for IBP Handbook No. 14 Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Rotschild, G.H.L. 1971. The Biology and Ecology of Rice Stem Borer in Serawak (Malaysia-Borneo). J. Appl. Ecol. 8: 1-6.
- Soehardjan, M. 1976. Dinamika populasi penggerek padi kuning *Tryporyza incertulas* Walker (Pyralidae, Lepidoptera). Disertasi Doktor, ITB.
- Soejitno, J. 1976. Hubungan antara serangan penggerek padi kuning dan hasil. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama Penyakit No. 4: 86-99.
- Van den Bosch, R., and P.S. Messenger. 1973. Biological control. Intex Series in Ecology. Intex Educ. Publisher N. York.
- Wigglesworth, V.B. 1950. The Principle of Insect Physiology. Methuen, London.



## Pengaruh Pemangkasan dan Letak Buah pada batang terhadap Mutu Buah Tomat Gondol

R.M. Sinaga<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Effects of Pruning and Site of fruit on Quality in Tomato Variety Gondol. A study of pruning on Gondol was made. Five treatments were without pruning, one stem with cluster pruning, one stem without cluster pruning, two stems with cluster pruning, two stems without cluster pruning. Fruits samples for quality evaluation were taken from bottom and top stem. There were highly significant difference between stem pruning or fruit location treatments, and there were no significant difference on cluster pruning treatment. The best growth, higher yield, higher quality of fruit size found on without stem pruning treatment. Yield were higher 2-3.5 time compare to stem pruned yields.*

**T**OMAT termasuk salah satu sayuran yang populer dan merupakan sumber vitamin A dan C. Mutu tomat dipancarkan pada warna, kepadatan, bentuk, rasa, nilai nutrisi dan kehalusan kulit. Teknik bertanam seperti pengolahan tanah, pemupukan, jarak tanam, pemangkasan, pengairan, penyemprotan merupakan faktor yang mempengaruhi nilai mutu buah tomat.

Umumnya tanaman tomat dipangkas dan dibiarkan 1-2 batang. Setiap tunas segera dipangkas dan setelah ada 5 tross ujung tanaman dipotong. Tujuannya untuk memperoleh hasil dan buah yang lebih besar. Beberapa masalah perlu diperhatikan bahwa tenaga buruh semakin mahal, tanaman tersiksa karena luka pangkasan sehingga peka terhadap penyakit, kurangnya daun sehingga kurang perlindungan terhadap buah dan kelembaban tanah.

Paul Work dan John Carew (2) mengatakan tanaman tomat yang kuat dan berdaun rimbun dapat melindungi buah dari panas terik matahari termasuk varietas yang baik. Pengairan pada tanaman tomat haruslah tersedia secukupnya agar dapat diperoleh buah yang bermutu baik. Daun yang rimbun dapat mempertahankan kelembaban dan mencegah kekeeringan di sekitar pertanaman.

Buah tomat yang besar, bulat, padat dan berwarna merah jelas diperoleh dari tanaman yang sehat. Infeksi pada luka bekas dipangkas menimbulkan gangguan fisiologis pada tanaman dan pembentukan buah, terutama buah pada bagian ujung tanaman. Buah dari tanaman yang dipangkas kadang-kadang terkena infeksi, sehingga menjadi busuk, juga buah tersebut menerima intensitas penyinaran yang lebih tinggi sehingga timbul warna merah pucat. Akan tetapi bagi daerah yang beriklim lembab daun yang rimbun mendorong serangan penyakit busuk daun.

Standard buah tomat no. 1 harus mempunyai bentuk dan besar yang seragam, kematangan (warna) yang sama tetapi tidak terlalu matang, padat, bersih,

bebas dari kebusukan, kerusakan karena pendinginan, penyinaran, mekanis atau memar, tidak ada kelainan warna di bagian dalam buah. Sifat-sifat ini diharapkan dihasilkan oleh tanaman yang sehat. Percobaan ini dilakukan untuk mempelajari perlakuan pra panen terhadap mutu buah tomat.

### BAHAN DAN METODA

Varietas yang digunakan dalam percobaan ini adalah Gondol. Rancangan percobaan yang digunakan ialah Acak Kelompok (RBD) dengan 10 kombinasi perlakuan dengan banyaknya periode panen sebagai ulangan. Perlakuan pemangkasan terdiri dari tanaman tanpa dipangkas, tomat berbatang satu dipangkas dan tanpa dipangkas ujung tros, tomat berbatang dua dipangkas dan tanpa dipangkas ujung tros bunga.

Setelah terjadi persarian atau terbentuknya buah yang masih kecil maka tros bunga dipangkas sehingga buahnya hanya 4 buah yang tinggal per tros.

Tomat ditanam tanggal 14 Juli 1979, dan mulai panen tanggal 3 Oktober 1979 dan panen dilakukan selang 3 hari. Menurut data hujan di kebun percobaan Margahayu bahwa saat pertanaman adalah pada bulan/musim kering sampai sedikit hujan dimana jumlah curah hujan pada bulan Juli: 13,0 mm; Agustus: 99,9 mm; September: 169,0 mm; Oktober: 101,1 mm; November: 222,0 mm; dan Desember: 369,0 mm.

Hasil panen diamati dan dianalisa di Laboratorium Teknologi Hasil Hortikultura Lembang. Buah yang dipanen sebagai perlakuan diperoleh dari pangkal (p) dan ujung (u) batang tomat.

Perlakuan percobaan adalah sebagai berikut:

1. K (p, u) = tanaman yang tidak dipangkas (kontrol).
2. B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> (p, u) = batang satu, tros dipangkas.
3. B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> (p, u) = batang satu, tros tidak dipangkas.
4. B<sub>2</sub>C<sub>1</sub> (p, u) = batang dua, tros dipangkas.
5. B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> (p, u) = batang dua, tros tidak dipangkas.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Keadaan Petanaman

Waktu percobaan berlangsung terdapat panas terik sepanjang hari. Terdapat perbedaan pertumbuhan antara perlakuan kontrol, batang satu dan batang dua. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Pemangkasan menunjukkan adanya pengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman, sifat buah dan serangan penyakit. Tanaman yang rimbun akan melindungi kelembaban di sekitar tanaman, terutama pada musim kemarau, sehingga unsur hara mudah diserap oleh tanaman, buah tidak terlalu terbuka pada penyinaran. Tanaman yang dipangkas menjadi luka dan tanaman mengalami proses penyembuhan setiap kali dipangkas sehingga mengganggu pembentukan buah. Pemangkasan cabang menimbulkan adanya serangan penyakit 10-20%.

<sup>1</sup>Asisten Peneliti Teknologi Pasca Panen, Balai Penelitian Tanaman Pangan Lembang.

Tabel 1. Kedeadaan pertumbuhan, perkembangan warna buah tomat dan serangan penyakit.

Hal	Batang satu	Batang dua	Kontrol
Batang	Lebih besar, kadang-kadang batang pecah.	Lebih kecil dari batang satu, tapi lebih sehat	Lebih kecil dari batang 1 — 2, tapi sehat, banyaknya 8-16 dan tingginya 80-210 cm.
Daun	Kurang baik, menebal dan warna hijau tua.	Lebih sehat dari batang satu, warna hijau tua.	Daun sehat, warna hijau jernih, umurnya lama.
Pertumbuhan	Mulanya bagus, setelah pemangkasan jelek.	Lebih baik bila dibanding batang satu.	Subur, rimbun dan umurnya panjang.
Buah	Warna buah agak pucat, Panen I-III baik, panen IV dan seterusnya jelek; Buah besar pada panen I-II dan panen berikutnya kecil-kecil.	Warna buah agak pucat tapi lebih baik dari batang satu; Buah besar pada panen I-III panen berikutnya kecil-kecil.	Buah kelihatan sangat segar dan warnanya hijau atau merah yang jelas dan mengkilap; Buah besar sampai panen ke VIII.
Serangan penyakit	Penyakit layu dan virus sekitar 20%.	Penyakit layu dan virus sekitar 10%.	Tanaman sehat, penyakit layu dan virus 0%.
Lingkungan pertanaman.	Tanah kering, daun cepat mati.	Tanah kering, daun cepat mati.	Tanah lembab, tanaman/daun segar.

### Produksi

Produksi tomat digolongkan atas grade A, B, C. Produksi rata-rata per pohon karena pengaruh pemangkasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Data Tabel 2 menunjukkan ada perbedaan produksi dan persentase grade tomat yang nyata antar perlakuan tanpa dipangkas, batang dua dan batang satu. Produksi per pohon pada kontrol 2,0 kg, jauh lebih tinggi dari produksi dari batang dua (0,9 kg) dan batang satu (0,6-0,7 kg). Produksi dari batang satu dengan tros dipangkas lebih kecil dari batang satu dengan tros tidak dipangkas, sebaliknya pada batang dua lebih tinggi pada perlakuan tros dipangkas.

Persentase berat tomat grade besar lebih tinggi pada batang satu tros dipangkas, disusul batang dua tros dipangkas. Tampaknya pemangkasan tros berpengaruh pada persentase buah besar. Persentase antara grade besar, grade sedang dan kecil berbeda nyata pada batang dua atau batang satu. Persentase antara grade besar dan sedang pada kontrol tidak berbeda, hanya berbeda nyata dengan grade kecil.

Pengamatan umur tanaman menunjukkan periode panen yang jauh lebih lama pada tanaman yang tidak dipangkas (kontrol), yang dipanen sampai 12 kali dan batangnya masih hidup segar dan produksi maksimum

Tabel 2. Produksi, produksi per pohon dan persentase tiap grade.

Perlakuan	Produksi (kg)		Grade <sup>a</sup> (kg)			Grade <sup>a</sup> (%)		
	Total (132 pohon)	Per pohon	A	B	C	A	B	C
K	267,4	2,0	115,8	119,5	32,1	43,3	44,6	12,0
B,C	82,1	0,6	41,7	27,7	12,7	50,7	33,7	15,4
B,C <sub>1</sub>	97,4	0,7	45,5	39,5	12,4	46,7	40,5	12,7
B,C <sub>2</sub>	127,4	0,9	62,6	49,5	15,3	49,1	38,8	12,0
B,C <sub>3</sub>	122,7	0,9	57,1	49,0	16,6	46,5	39,9	13,5

<sup>a</sup>A 60 g/buah, B 40-60 g/buah, C 40 g/pohon.

Tabel 3. Pengaruh pemangkasan dan letak buah terhadap kekerasan buah dan tebal daging kulit.

Perlakuan	Kekerasan			Tebal daging kulit		
	Rata-rata	5%	1%	Rata-rata	5%	1%
Kp	1.394	ab	a	0.658	c	c
Ku	1.918	c	c	0.486	b	ab
B,C,p	1.274	ab	a	0.570	c	bc
B,C,u	1.224	a	a	0.382	a	a
B,C,p	1.588	b	ab	0.582	c	bc
B,C,u	1.450	ab	a	0.428	ab	a
B,C,p	1.524	ab	ab	0.656	c	c
B,C,u	1.440	a	a	0.426	ab	a
B,C,p	1.480	ab	a	0.644	c	c
B,C,u	1.312	ab	a	0.386	a	a

terdapat pada panen ke VIII-IX. Pada batang dua dan satu terdapat produksi maksimum pada panen ke III dan periode panen hanya 8 kali dan pada saat panen ke VII batang sudah mati walaupun buahnya masih ada. Hasil buah tomat dari perlakuan kontrol sangat baik mutunya, sehingga tidak pernah disortir oleh pedagang, lain halnya pada tanaman yang dipangkas mempunyai penampilan yang jelek dan banyak yang sakit. Sebenarnya hasil panen ke XIII dari perlakuan kontrol masih ada, tetapi tidak diambil karena pohonnya tumbang terlalu rimbun. Untuk itu perlu penggunaan tros yang kuat.

### Kekerasan Buah dan Tebal Daging Kulit

Kekerasan buah dan tebal daging kulit dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan statistik menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata dan nyata antar perlakuan kekerasan buah dan antar perlakuan tebal daging kulit.

Kekerasan yang lebih tinggi terdapat pada buah yang letaknya diujung tanaman pada kontrol dan lebih rendah pada buah yang terdapat pada ujung batang dua. Kekerasan buah pada buah pangkal tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan.

Tebal daging kulit buah yang letaknya pada bagian pangkal lebih tinggi, terutama pada kontrol, dan berbeda sangat nyata dibanding dengan tebal daging kulit buah yang letaknya pada bagian ujung tanaman.

Tebal daging kulit buah tomat pada bagian ujung tanaman perlakuan kontrol lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding dengan tebal daging buah yang letaknya pada bagian ujung tanaman yang dipangkas.

Buah yang sehat dan tumbuh normal mempunyai tebal daging kulit yang lebih tebal, sama halnya dengan buah yang letaknya pada bagian pangkal tanaman, dan pada buah yang ada pada ujung tanaman kontrol, karena batangnya masih sehat.

#### Kadar Air, Gula dan Vitamin C Tomat

Data Tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dan sangat nyata antar masing-masing perlakuan pada pengamatan kadar air, kadar gula (soluble solids) dan kadar vitamin C.

**Kadar air tomat.** Kadar air tomat yang tertinggi dengan berbeda nyata dan sangat nyata terdapat pada buah yang letaknya di bagian pangkal. Tampaknya tidak terdapat perbedaan nyata akibat pemangkasan batang atau tros bunga. Tetapi kadar air pada tanaman kontrol (pangkal atau ujung) merupakan medium antara buah pangkal dan ujung pada tanaman yang dipangkas. Kadar air tomat berkisar 93,9-95,2%.

**Kadar gula.** Kadar gula tertinggi diperoleh pada buah yang terdapat pada bagian pangkal tanaman kontrol (2,7%), tanaman batang satu yang trosnya dipangkas (2,6%), dan berbeda nyata dan sangat nyata terhadap perlakuan lain. Letak buah tidak berpengaruh nyata terhadap kadar gula. Tapi pada perlakuan kontrol kadar gula pada bagian ujung relatif lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya. Kadar gula termasuk sebagian besar dari kadar soluble solids. Perhitungan statistik soluble solids menunjukkan bahwa soluble solids dari tanaman kontrol, baik buah pangkal ataupun ujung lebih tinggi dan berbeda nyata terhadap perlakuan berbatang satu tros tidak dipangkas letak buah pangkal, dan berbeda sangat nyata terhadap letak buah ujung.

**Kadar vitamin C.** Kadar vitamin C buah di bagian pangkal dari tanaman kontrol berbeda nyata dan sangat nyata dan lebih tinggi terhadap perlakuan lainnya, kemudian disusul oleh perlakuan berbatang satu bagian ujung. Pengaruh pemangkasan tros tidak berbeda nyata. Kadar vitamin C pada perlakuan berbatang dua, ternyata lebih tinggi pada buah dipangkal batang dari pada di bagian ujung, walaupun tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Beda rata-rata pengaruh perlakuan pemangkasan dan letak buah terhadap kadar air, gula dan vitamin C.

Perla- kuan	Kadar air			Kadar gula			Kadar Vitamin C		
	Rata- rata	5%	1%	Rata- rata	5%	1%	Rata- rata	5%	1%
Kp	94,24	b	a	2,70	c	c	19,78	d	d
Ku	95,01	d	c	2,11	b	b	11,96	ab	a
B,C,p	95,07	d	c	2,60	c	c	14,31	c	bc
B,C,u	94,10	ab	a	2,61	c	c	14,99	c	c
B,C,p	95,08	d	c	1,85	a	a	12,95	b	ab
B,C,u	94,06	ab	a	1,98	ab	ab	14,89	c	c
B,C,p	95,20	d	c	2,00	b	ab	12,40	ab	a
B,C,u	94,00	a	a	2,11	b	b	11,41	a	a
B,C,p	94,69	c	b	2,03	b	ab	14,72	c	c
B,C,u	93,99	a	a	2,05	b	b	14,47	c	bc

#### KESIMPULAN

Tanaman tomat yang tidak dipangkas memberikan hasil 2-3,5 kali lebih besar, pertumbuhan tanaman dan perkembangan buahnya sangat baik, warna buah lebih cerah sehingga mutu dan keseragamannya lebih baik. Secara keseluruhan mutu buah dari tanaman yang tidak dipangkas lebih tinggi dari mutu buah dari tanaman berbatang dua seterusnya mutu buah dari tanaman berbatang dua lebih tinggi dari mutu buah dari tanaman berbatang satu.

#### PUSTAKA

1. Pantastico, Er.B. 1975. Preharvest factors Affecting Quality and Physiology After Harvest, Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. AVI Pub. Co. Inc. Westport, Connecticut. p. 25-36.
2. Paul Work & John Carew. 1970. Tomato, Vegetable Production and marketing, second edition, Willey Eastern Private Ltd., New Delhi. p. 325-51.
3. Rodriguez, R.; B.L. Raina; Er.B. Pantastico; M.B. Bhatti. 1975. Quality of Raw Materials for Processing, Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. AVI Pub. Co. Westport, Connecticut. Inc. p. 467-500.
4. Ryall, A.L. & W.J. Lipton. 1972. Tomatoes, Commodity Requirements of Ripe Fruits, Handling Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Volume 1. AVI Pub. Co. Inc. Westport, Connecticut. p. 155-62.
5. Ware & McCollum. 1975. Cultivating, Pruning, Training and Irrigation, Tomatoes in Producing Vegetable Crops, second edition. The Interstate Printers & Publishers Inc., Danville, Illinois. p. 469-92.
6. Villareal, R.L. 1980. Tomatoes in the Tropic, Westview Press/Boulder, Colorado. 168 pp.

**Genetic Analysis of Resistance to Bacterial  
Leaf Blight Disease of Rice caused by  
*Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson<sup>1</sup>**

Suwarno, A. Bari, Z. Harahap, and  
D.M. Tantera<sup>2</sup>

**ABSTRAK**

*Analisa Genetik Ketahanan terhadap Penyakit Bakteri Busuk Daun [Xanthomonas oryzae (Uyeda et Ishiyama) Dowson] pada tanaman Padi. Untuk menilai kegunaannya dalam program pemuliaan, genetik yang mengatur ketahanan terhadap penyakit bakteri busuk daun pada empat varietas padi (Oryza sativa L.) yaitu Pelita I-1, Jelita, Cempo Bul dan Pare Laarari dipelajari. Keempat varietas tersebut dilakukakan dengan dua varietas yang peka yaitu TNI dan Paedal Nggulahi. Disamping itu juga dibuat silang baliknya dan persilangan antar varietas yang tahan dan antar varietas yang peka. Tanaman F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> hasil silang balik dan varietas tetua dinokulasi dengan Xanthomonas oryzae isolat XO 7701 (strain IV). Inokulasi dilakukan dengan metoda tusuk jarum pada daun bendera. Penilaian ketahanan didasarkan pada luas gejala yang timbul pada waktu tiga minggu setelah inokulasi dinyatakan dalam Vmm<sup>2</sup>. Jumlah tanaman yang tahan dan yang peka pada populasi F<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub> dari persilangan Pelita I-1/TNI, Jelita/Paedal Nggulahi, Cempo Bul/TNI dan Pare Laarari/Paedal Nggulahi serta F<sub>3</sub> hasil silang baliknya kepada tetua yang peka menunjukkan bahwa sifat ketahanan tersebut diatur oleh gen tunggal yang dominan (monogenic dominant). Semua tanaman F<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub> dari persilangan antara varietas yang peka TNI/Paedal Nggulahi bereaksi peka, menunjukkan bahwa kedua varietas tersebut tidak memiliki gen untuk ketahanan terhadap strain IV. Tidak ada tanaman F<sub>3</sub> dari persilangan antar varietas yang tahan bereaksi peka, menunjukkan bahwa gen untuk ketahanan pada varietas-varietas tersebut terletak pada lokus yang sama. Populasi F<sub>3</sub> dari persilangan Pelita I-1/Paedal Nggulahi, Jelita/TNI dan Cempo Bul/Paedal Nggulahi serta F<sub>3</sub> dari silang balik Pelita I-1/Paedal Nggulahi/Paedal Nggulahi, Jelita/TNI//TNI dan Pare Laarari/TNI//TNI menyimpang dari nilai harapan untuk monogenik. Penyimpangan ini mungkin disebabkan oleh adanya gen-gen minor, interaksi gen dan/atau waktu inokulasi yang tidak serentak.*

**B**ACTERIAL leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson is a major disease of rice (*Oryza sativa* L.) (12). In Indonesia, the disease is important and it can cause considerable damage to rice crops (4).

Bacterial leaf blight was first observed in Japan in 1884 (12). In Indonesia the disease was first reported in 1950 when rice varieties Mas, China, Bengawan and Peta were seriously damaged by the disease (14).

*Xanthomonas oryzae* can attack rice plants at the seedling stage as well as the later stages of plant growth. Intensive agronomic practices, particularly high rates of nitrogen fertilizer, can increase severity of the disease. Many chemical compounds have been used for control

<sup>1</sup>Condensed from a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of the requirements for M.S. degree, Bogor Agricultural University, Bogor.

<sup>2</sup>Former graduate student at Bogor Agricultural University; Associate Professor, Bogor Agricultural University; Plant Breeder, Bogor Research Institute for Food Crops; and Phytopathologist, Bogor Research Institute; respectively.

but all are either ineffective or too costly. Furthermore, the bacterium can develop resistance to some chemicals (12). Therefore, varietal resistance appears to be the most effective and economical method of control.

*Xanthomonas oryzae* has several strains which differ pathogenically. Screening trials conducted at IRRI showed that some resistant varieties from Japan were susceptible to the Philippine strains (6) and strains from South Asia were the most virulent (1, 7).

Six strains of *Xanthomonas oryzae* namely I, II, III, IV, V and VI have been identified. Strain I, II and III are found in Japan (2, 17), and strain III, IV, V and VI in Indonesia (5, 18).

The mode of inheritance for resistance to BB would be useful in rice breeding program. Genetic resistance has been successfully used in rice breeding programs in Japan and in the Philippines. Types of resistance reported are 1) a single dominant gene, 2) a single recessive gene, 3) two linked genes (3, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16).

The BB resistance gene(s) of Pelita I-1 has been effective in Indonesia for many years. New gene sources may be required because new strains of the organism are becoming more prevalent and some attack the Pelita I-1 type of resistance.

The purpose of this experiment was to analyze the genetics of resistance to BB exhibited by Pelita I-1, Jelita, Cempo Bul and Pare Laarari when crossed to susceptible varieties TNI and Paedal Nggulahi.

**MATERIALS AND METHOD**

The experiment was conducted at Muara experiment station, Bogor, from July 1977 to November 1978. Rice varieties used as parents are listed in Table 1.

**Table 1. Parent varieties and their reaction to *Xanthomonas oryzae*, Muara, 1978.**

Variety	Source	Lesion area (Vmm <sup>2</sup> )		Description <sup>a</sup>
		Range	Average	
TNI	Taiwan	23.5-39.0	32.1	S
Paedal Nggulahi	Indonesia (Acc. 10504)	17.2-35.1	26.0	S
Pelita I-1	PB 5/Syntha	2.8- 9.5	5.5	R
Jelita	Balang/Cina// Cina/Latisail	2.0- 7.8	3.5	R
Cempo Bul	Indonesia (Acc. 8129)	2.0- 9.0	4.3	R
Pare Laarari	Indonesia (Acc. 12119)	3.0-11.5	5.3	R

<sup>a</sup>S = Susceptible, R = Resistant.

Crosses were made between the resistant and susceptible varieties, among the resistant varieties, and among the susceptible varieties. Reciprocal backcrosses were also made for crosses between resistant and susceptible varieties.

The parent varieties, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> and BC F<sub>1</sub> populations were planted at a randomized block design with two replications. Plant spacing was 25 x 25 cm with one seedling per hill. Fertilizers were applied at the rate of 120 kg N and 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare. All P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fertilizer was applied at transplanting, whereas N fertilizer was applied 3 times at equal rates at transplanting and 4 and 7 weeks after transplanting.

In this experiment isolate XO 7701 (strain IV) of *Xanthomonas oryzae* was used to inoculate the plants. Flag leaves were artificially inoculated using five needle pricking method. Scoring was made three weeks after inoculation by measuring the lesion areas based on  $\sqrt{\text{mm}^2}$ .

RESULTS AND DISCUSSION

The lesion areas of the 4 resistant varieties, the 2 susceptible varieties and the 8 single crosses between resistant and susceptible varieties are shown in Table 2.

Table 2. Lesion areas ( $\sqrt{\text{mm}^2}$ ) of parental varieties and F<sub>1</sub> populations.

Resistant parent	TNI (32.1) <sup>a</sup>		Paedai Nggulahi (26.0) <sup>a</sup>		Average (29.1) <sup>a</sup>
	Average	Range	Average	Range	
Pelita I-1 (5.5) <sup>a</sup>	6.3	2.8-11.3	6.5	2.5-9.7	6.4
Jelita (3.5) <sup>a</sup>	3.7	2.0-7.5	7.2	4.0-9.4	5.5
Cempo Bul (4.3) <sup>a</sup>	5.6	2.0-9.7	7.1	4.0-11.0	6.4
Parc Laarari (5.3) <sup>a</sup>	5.9	3.2-8.4	6.0	2.3-9.8	6.0
Average (4.7) <sup>a</sup>	5.4		6.7		6.1

<sup>a</sup> Average lesion area.

Table 3. Lesion areas of F<sub>1</sub> plant populations of backcrosses to the resistant parent.

Cross	Population size	Lesion area ( $\sqrt{\text{mm}^2}$ )		
		Minimum	Maximum	Average
Pelita I-1/TNI//Pelita I-1	116	2.0	15.6	6.1
Pelita I-1/Paedai Nggulahi//Pelita I-1	120	2.7	12.7	6.3
Jelita/TNI//Jelita	113	2.0	12.8	5.2
Jelita/Paedai Nggulahi//Jelita	111	2.0	11.6	5.5
Cempo Bul/TNI//Cempo Bul	120	2.2	11.9	6.3
Cempo Bul/Paedai Nggulahi//Cempo Bul	119	2.3	11.2	5.6
Pare Laarari/TNI//Pare Laarari	116	2.0	15.8	5.9
Pare Laarari/Paedai Nggulahi//Pare Laarari	117	2.0	11.7	7.4
Average	116	2.2	12.9	6.0

The average lesion size of 4 resistant varieties was 4.7  $\sqrt{\text{mm}^2}$  while the lesions of the 2 susceptible varieties averaged 29.1  $\sqrt{\text{mm}^2}$ . The lesion size of the 8 single crosses averaged 6.1  $\sqrt{\text{mm}^2}$  with TNI crosses averaging 5.4  $\sqrt{\text{mm}^2}$  and Paedai Nggulahi crosses averaging 6.7  $\sqrt{\text{mm}^2}$ . These results indicated that resistance to BB was conditioned by a dominant gene(s).

When the 8 single crosses were backcrossed to their respective resistant parents the average lesion size of the 8 backcrosses was 6.0  $\sqrt{\text{mm}^2}$  or essentially the same as for the F<sub>1</sub> plants of the single crosses (Table 3). An average of 116 F<sub>1</sub> plants per backcross population were inoculated and the infected areas were measured. The average minimum lesion area for the 8 backcrosses was 2.2  $\sqrt{\text{mm}^2}$  and the average maximum was 12.9  $\sqrt{\text{mm}^2}$ .

The maximum lesion area for each backcross population was used as the cut-off point between resistant and susceptible categories in classifying the F<sub>2</sub> single cross combinations and the F<sub>1</sub> backcross populations. The cut-off points used for the 8 combinations were as follows:

Pelita I-1/TNI	15.6
Pelita I-1/Paedai Nggulahi	12.7
Jelita/TNI	12.8
Jelita/Paedai Nggulahi	11.6
Cempo Bul/TNI	11.9
Cempo Bul/Paedai Nggulahi	11.2
Pare Laarari/TNI	15.7
Pare Laarari/Paedai Nggulahi	11.7

Using these cut-off points the classifications of the F<sub>2</sub> plants of the single crosses and their fit to an expected ratio of 3 resistant: 1 susceptible is shown in Table 4. The fit of the 8 backcrosses to an expected ratio of 1:1 is shown in Table 5.

The classification of the F<sub>2</sub> plants from the crosses Pelita I-1/TNI, Jelita/Paedai Nggulahi, Cempo Bul/TNI, Pare Laarari/TNI and Pare Laarari/Paedai Nggulahi fit the ratio of 3 resistant: 1 susceptible, expected for monogenic resistance. The classification of the plants from F<sub>1</sub> populations of backcrosses Pelita I-1/TNI//TNI, Jelita/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi, Cempo Bul/TNI//TNI, Cempo Bul/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi and Pare Laarari/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi fit a ratio of 1 resistant: 1 susceptible, expected

Table 4. Classification of F<sub>2</sub> plants of the crosses between resistant and susceptible varieties.

Cross	No. of plants	R	S	$\chi^2$ (3:1)	P (3:1)
Pelita I-1/TNI	538	402	136	0.0223	0.750-0.900
Pelita I-1/Paedai Nggulahi	538	385	153	3.3928	0.025-0.050*
Jelita/TNI	538	382	156	4.5824	0.025-0.050*
Jelita/Paedai Nggulahi	540	415	125	0.9877	0.250-0.500
Cempo Bul/TNI	540	390	150	2.2222	0.100-0.250
Cempo Bul/Paedai Nggulahi	538	379	159	5.9504	0.010-0.025*
Pare Laarari/TNI	540	391	149	1.9358	0.100-0.250
Pare Laarari/Paedai Nggulahi	540	416	124	1.1950	0.250-0.500

\*Significantly differs from the expected ratio (3 resistant: 1 susceptible).

Table 5. Classification of F<sub>2</sub> plants of the backcrosses to the susceptible varieties.

Cross	No. of plants	R	S	X <sup>2</sup> (1:1)	P (1:1)
Pelita I-1/TNI//TNI	112	62	50	1.2857	0.250-0.500
Pelita I-1/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi	110	72	38	10.5091	0.005*
Jelita/TNI//TNI	112	43	69	6.0357	0.010-0.025*
Jelita/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi	116	61	55	0.3103	0.500-0.750
Cempo Bul/TNI//TNI	119	62	57	0.2101	0.500-0.750
Cempo Bul/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi	113	58	55	0.0796	0.750-0.900
Pare Laarari/TNI//TNI	117	47	70	4.5214	0.025-0.050*
Pare Laarari/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi	120	66	54	1.2000	0.250-0.500

\*Significantly differs from the expected ratio (1 resistant: 1 susceptible).

for monogenic resistance. This indicated that resistance to *Xanthomonas oryzae* in these crosses was controlled by a pair of dominant genes. Therefore, this experiment suggested that the resistance in Pelita I-1, Jelita, Cempo Bul and Pare Laarari was controlled by a pair of dominant genes.

Neither classification in the F<sub>2</sub> population of crosses Pelita I-1/Paedai Nggulahi and Jelita/TNI nor the F<sub>1</sub> populations of backcrosses Pelita I-1/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi and Jelita/TNI//TNI fit the expected ratio for monogenic resistance. This might have been caused by the effect of gene interaction, minor genes and/or the time of inoculation which was not simultaneous.

The F<sub>2</sub> plants of Cempo Bul/Paedai Nggulahi did not fit the expected ratio for monogenic resistance, but the backcross Cempo Bul/Paedai Nggulahi//Paedai Nggulahi did. On the other hand, the F<sub>2</sub> plants of Pare Laarari/TNI fit the expected ratio, but the backcross Pare Laarari/TNI//TNI did not. These inconsistent results might have been caused by gene interaction, minor genes, non-simultaneous inoculation and/or incorrect cut-off points. Further studies are needed to determine whether deviations from the expected ratios are due to error in classification, gene interaction or minor genes.

The lesion areas of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations of the crosses between resistant varieties were about the same as those of their parents and much smaller than those of the susceptible varieties (Table 6). This indicated that the genes controlling the resistance in Pelita I-1, Jelita, Cempo Bul and Pare Laarari were at the same locus.

The F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> plants of the cross between the susceptible varieties (TNI/Paedai Nggulahi) showed lesion areas similar to those of the parent varieties (Table 7). This indicated that TNI and Paedai Nggulahi were susceptible to *Xanthomonas oryzae* strain IV, and that they did not have genes for resistance to strain IV.

Table 6. Lesion area of resistant variety, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations.

Variety/cross	Gene-ration	Popula-tion size	Lesion area (Vmm <sup>2</sup> )		
			Minim-um	Max-imum	Average
Pelita I-1	P	60	2.8	9.5	5.5
Jelita	P	60	2.0	7.8	3.5
Cempo Bul	P	60	2.0	9.0	4.3
Pare Laarari	P	60	3.0	11.5	5.3
Pelita I-1/Jelita	F <sub>1</sub>	25	2.0	8.1	4.8
	F <sub>2</sub>	540	2.0	11.5	4.7
Pelita I-1/Cempo Bul	F <sub>1</sub>	41	3.5	8.7	6.2
	F <sub>2</sub>	539	2.0	11.2	4.2
Pelita I-1/Pare Laarari	F <sub>1</sub>	9	3.9	6.8	5.1
	F <sub>2</sub>	539	2.0	10.9	5.1
Jelita/Cempo Bul	F <sub>1</sub>	40	2.0	5.7	3.9
	F <sub>2</sub>	536	2.0	9.0	3.6
Jelita/Pare Laarari	F <sub>1</sub>	15	2.2	5.4	3.8
	F <sub>2</sub>	540	2.0	10.3	4.8
Cempo Bul/Pare Laarari	F <sub>1</sub>	26	2.7	7.1	4.9
	F <sub>2</sub>	537	2.0	13.5	5.7

Table 7. Lesion areas of susceptible variety, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations.

Variety/cross	Gene-ration	Popula-tion size	Lesion area (Vmm <sup>2</sup> )		
			Minim-um	Max-imum	Average
TNI	P	60	23.5	39.0	32.1
Paedai Nggulahi	P	60	17.2	35.1	26.0
TNI/Paedai Nggulahi	F <sub>1</sub>	34	18.0	31.8	24.9
	F <sub>2</sub>	540	15.0	43.3	28.1

Since resistance to bacterial leaf blight in Pelita I-1, Jelita, Cempo Bul and Pare Laarari was suggested to be controlled by a pair of dominant genes, selection for resistance using any of these varieties as a parent should be conducted in early generations.

#### REFERENCES

- Buddenhagen, I.W., and A.P.K. Reddy. 1972. The host, the environment, *Xanthomonas oryzae* and the researcher. p. 289-95. In the IRRI Rice Breeding, Los Banos, Philippines.
- Ezuka, A., and O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of differential interaction. Bull. Takai-Kinki Nat. Agric. Exp. Sta. Japan. 27: 1-19.
- Ezuka, A., K. Toriyama, H. Shinoda, and T. Marinaka. 1975. Inheritance of resistance of rice variety Wase Aikoku to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Takai-Kinki Nat. Agric. Exp. Sta. Japan. 28: 124-30.
- Harahap Z. 1976. Program pemuliaan padi dan hasil-hasil yang dicapai. Simposium Ilmu Pengetahuan dalam Bidang Pertanian. UNPAD, Bandung. 24 p.
- Horino, O., and H.R. Hifni. 1978. Resistance of some rice varieties to bacterial leaf blight and a new pathogenic group of causal bacterium, *Xanthomonas oryzae*. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor. 28: 22 p.
- IRRI 1968. Plant pathology. p. 77-111. In IRRI Annual Report 1975. IRRI. Los Banos, Philippines.
- IRRI 1974. Plant Pathology. p. 117-41. In IRRI Annual Report 1973. IRRI. Los Banos, Philippines.
- Libroyo, V., H.E. Kauffman, and G.S. Khush. 1976. Genetic analysis of bacterial leaf blight resistance in four varieties of rice. Sabrao J. 8 (2): 105-10.

9. Murty, V.V.S., and G.S. Khush. 1972. Study on the inheritance of resistance to bacterial leaf blight in rice varieties. p. 301-5. In IRRI Rice Breeding. IRRI. Los Banos, Philippines.
10. Nagaraju, M., P.R. Reddy, and M.J.B. Rao. 1977. Genetics of resistance to bacterial leaf blight in rice. *Sabrao J.* 9 (1): 21-7.
11. Olufowote, J.O., G.S. Khush, and H.E. Kaufman. 1977. Inheritance of bacterial leaf blight resistance in rice. *Phytopathol.* 67: 772-5.
12. Ou, S.H. 1975. A handbook of rice diseases in the tropic. IRRI. Los Banos, Philippines. 58 p.
13. Petjalt, V., G.S. Khush, and H.E. Kaufman. 1977. Inheritance of resistance to bacterial blight in rice. *Crop Sci.* 17: 551-4.
14. Reltama, J., and P.S.J. Schure. 1950. "Kresek" a bacterial disease of rice. *Contr. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor.* 117: 17 p.
15. Sidhu, G.S., and G.S. Khush. 1978. Dominance reversal of bacterial blight resistance gene in some rice cultivars. *Phytopathol.* 68: 461-3.
16. Sligh, D.P. 1974. Studies on the inheritance of resistance to bacterial leaf blight. *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson, in rice (Abstr.). *The Rice Pathol. Newslett.* 1(75): 12.
17. Toriyama, K. 1972. Breeding for resistance to major diseases in Japan. p. 252-81. In IRRI Rice Breeding. IRRI. Los Banos, Philippines.
18. Yamamoto, T., H.R. Hifni, M. Mahmud, T. Nohigawa, and D.M. Tanera. 1977. Variation in pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson and resistance of rice varieties to the pathogen. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor.* 28: 22 p.

### Autoradiografi Selubung Stilet Wereng Coklat Bertanda <sup>32</sup>P dalam beberapa varietas Tanaman Padi: Suatu Tinjauan Uji Ketahanan

Baehaki S.E.<sup>1</sup>

#### ABSTRACT

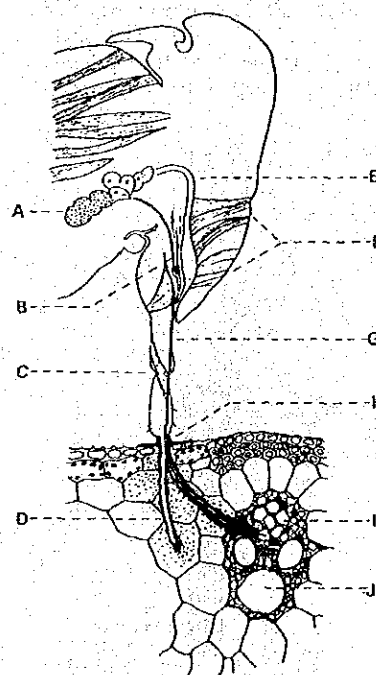
*Autoradiography of <sup>32</sup>P-labelled stilet sheaths to measure rice resistance to brown planthopper (Nilaparvata lugens Stal.). The brown planthopper (BPH) is a serious insect pest that causes damage to rice by sucking the plant sap. The BPH feeds by piercing and sucking with the stilet. In the course of stilet penetration, the BPH ejects a coagulable salivary secretion, which rapidly sets to gel, encasing the protruded stilet and forming the so-called stilet sheath in the plant tissue. A suitably labelled BPH will thus transmit the radionuclide <sup>32</sup>P to the plant within its stilet sheath. To locate <sup>32</sup>P-labelled sheaths in the plant two methods can be used: the autoradiography technique or the Geiger-Muller counter. In autoradiography, a sample containing radioactivity, such as some tissue or a stilet sheath, is placed in close contact with X-ray sensitive film. The film is developed, and the precise location of the radioactive matter in the sample can be determined from the pattern of darkening on the film. Autoradiography can be used to determine the location of radioactivity, the translocation of radioactivity in the plant, and thus the plant resistance to BPH.*

**WERENG COKLAT** termasuk golongan serangga yang mempunyai alat mulut yang khusus untuk menusuk dan mengisap cairan tanaman. Bagian yang masuk ke dalam bagian tanaman adalah dua pasang pencucuk berkhitin yang memanjang, yaitu sepasang stilet mandibula dan sepasang stilet maksila.

Pada waktu stilet masuk ke dalam jaringan, wereng coklat mengeluarkan cairan yang mudah menggumpal hasil sekresi kelenjar ludah (1,3). Cairan ini dengan cepat membentuk gel selubung stilet dalam jaringan tanaman (Gambar 1). Juga sekresi ini meninggalkan nodula pada tempat dimana stilet masuk.

Selubung stilet terutama terbuat dari lipoprotein yang stabil (2). Bentuk selubung stilet wereng coklat

dapat tunggal atau bercabang, diameter bagian dalam 3,5 - 5,0  $\mu$  dan panjangnya kadang-kadang lebih dari 300  $\mu$ . Stilet adalah bagian utama yang ditusukkan melalui parenkim dan cabangnya berakhir di berbagai jaringan dengan jumlah yang berbeda. Oleh karena itu,



Gambar 1. Penusukan stilet wereng coklat. A: kelenjar ludah, B: pompa kelenjar ludah, C: labium, D: selubung stilet, E: esofagus, F: otot penggerak tenggorokan, G: stilet, H: nodula tusukan, I: floem, J: silim (menurut Sogawa, 1971).

<sup>1</sup>Asisten Peneliti Hama, Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.

selubung stilet biasanya menuju ikatan vaskular, dari mana wereng coklat mengambil makanan.

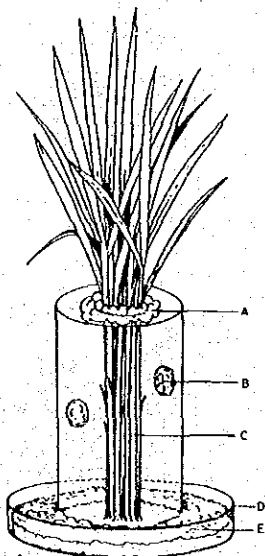
Dalam ikatan vaskular, selubung stilet lebih banyak berada di jaringan floem daripada di jaringan silim. Pengisapan cairan tanaman mengakibatkan tanaman padi menjadi layu, kemudian mati kekeringan seakan-akan terbakar.

Dengan dasar bahwa selubung stilet berasal dari kelenjar ludah, dapat dikembangkan suatu teknik autoradiografi untuk menentukan lokasi selubung stilet dan jumlahnya dalam berbagai varietas padi.

Kalau wereng coklat mengisap cairan sel dari tanaman padi bertanda  $^{32}\text{P}$ , maka radioisotop  $^{32}\text{P}$  akan terisap dan menandai wereng itu.  $^{32}\text{P}$  akan masuk ke daur metabolisme, diantaranya masuk ke kelenjar ludah dan sebagian lagi keluar melalui kotorannya. Bila diinfestasikan pada tanaman padi yang akan diuji, maka wereng bertanda memindahkan  $^{32}\text{P}$  ke tanaman padi itu melalui selubung stiletnya. Jumlah selubung stilet akan menentukan ketahanan tanaman padi. Untuk mengesan  $^{32}\text{P}$  dalam selubung stilet, dapat digunakan teknik autoradiografi, dengan pencacah Geiger-Muller, atau kalau contohnya berbentuk cairan, dapat dikesan dengan sintilasi cair.

Pertama kali, autoradiografi dimaksudkan untuk menentukan lokasi radioaktif dalam jaringan, menentukan pertumbuhan jaringan, atau untuk menentukan lokasi thymidin- $^3\text{H}$  dalam DNA inti sel (4).

Teknik ini dikembangkan dengan dasar interaksi sinar yang dipancarkan sumber radioaktif dengan zat yang dilalui sinar. Bila sinar alfa atau sinar beta berinteraksi dengan film X-ray (film peka sinar X), akan didapat gambar yang lebih gelap daripada daerah sekelilingnya.



Gambar 2. Kurungan untuk mempelajari translokasi radioisotop dari selubung stilet wereng coklat bertanda. A: sumbat kapas, B: lubang pemasukan wereng (dengan sumbat kapas), C: lima tanaman padi varietas Pelita 1-1 umur 14 hari, D: cawan petri, E: kapas basah.

## BAHAN DAN METODA

Tanaman padi Pelita 1-1 berumur 14 hari diambil dari pesemaian pasir kuarsa, dicuci bersih dan dipindahkan ke dalam larutan radioisotop  $^{32}\text{P}$  dengan perlakuan 5, 40, dan  $200\ \mu\text{Ci/ml}$ . Setelah dua hari, padi tersebut diambil kembali, dan dipelihara dengan memakai air biasa. Selama dua hari kepada masing-masing batang padi dari tiap perlakuan diinfestasikan lima wereng coklat. Dalam jangka waktu tersebut wereng sudah tertandai.

### Pengujian Varietas

Benih padi varietas TNI, Pelita 1-1, Mudgo, PB 36, Masreum, dan Sentral disemaikan diatas pasir kuarsa yang diberi air secukupnya. Empat varietas pertama diperoleh dari BPTP Bogor, sedangkan dua varietas lainnya dari Ciparay (Bandung). Setelah 14 hari, bibit-bibit dipindahkan dan ditanam kembali pada kapas basah dalam stoples berukuran 2,5 liter. Tiap stoples dari tiap perlakuan memuat keecham varietas, masing-masing dua batang, dan 12 wereng coklat bertanda  $^{32}\text{P}$ . Setelah lima hari wereng dikeluarkan dan diharapkan selubung stilet bertanda  $^{32}\text{P}$  sudah dapat dikesan.

### Translokasi Radioisotop $^{32}\text{P}$ Dari Selubung Stilet

Radioisotop  $^{32}\text{P}$  pada selubung stilet ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, dimana  $^{32}\text{P}$  bertindak sebagai fosfor biasa yang ikut dalam metabolisme.

Lima tanaman padi Pelita 1-1 berumur 14 hari dipelihara dalam kurungan silinder plastik berukuran 125 ml. Pelepah dan helai daun bagian atas dibiarkan menjulang keluar dari kurungan (Gambar 2).

Ke dalam kurungan itu diinfestasikan 10 wereng yang telah dipelihara pada tanaman padi bertanda dari perlakuan  $200\ \mu\text{Ci/ml}$ . Wereng tersebut dibiarkan selama 10 hari, supaya menghasilkan cukup banyak selubung stilet bertanda sehingga jelas translokasinya.

### Autoradiografi

Tanaman padi yang telah diinfestasi wereng bertanda dibawa ke kamar khusus. Tiap tanaman diletakkan di atas kertas manila berukuran 23,8 cm x 17,8 cm, sesuai dengan ukuran film X-ray. Kertas itu dapat memuat enam batang tanaman berumur 16 hari. Tanaman padi ditempelkan pada kertas dengan selotip (cello tape) tipis.

Dalam suatu ruang gelap, film X-ray diletakkan di atas tanaman tanpa dapat bergeser. Film dan kertas bersama tanaman itu kemudian dimasukkan ke dalam kantong hitam yang cukup tebal. Kantong-kantong tersebut dijepit di antara dua bilah papan kayu lebar selama dua hari. Setelah itu film diproses.

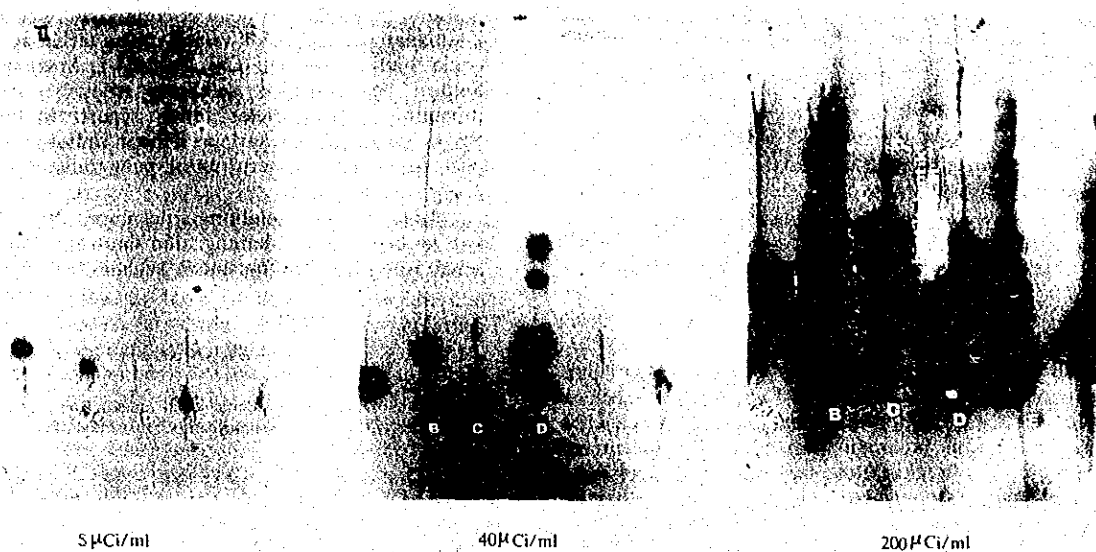
Selubung stilet pada tanaman yang mengandung  $^{32}\text{P}$  menimbulkan warna lebih hitam pada film X-ray. Bila  $^{32}\text{P}$  dari selubung stilet juga ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, warna hitam membentuk gambar batang, akar, dan daun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Varietas

Setelah autoradiografi, noda hitam yang membesar pada film X-ray timbul dari bagian pangkal batang, sehingga secara umum dapat diketahui bahwa tusukan wereng coklat ada di pangkal batang (Gambar 3 dan 4). Gambar ini terjadi karena interaksi sinar beta dari





Gambar 3. Autoradiografi selubung stilet wereng coklat betina bersayap panjang bertanda radioaktif pada varietas padi: A: TNI, B: Pelita I-1, C: Mudgo, D: PB 36, E: Masreum, F: Sentral. Wereng coklat yang digunakan telah dipelihara pada tanaman padi Pelita I-1 dengan perlakuan  $^{32}\text{P}$  dosis  $5 \mu\text{Ci/ml}$  (kiri),  $40 \mu\text{Ci/ml}$  (tengah), dan  $200 \mu\text{Ci/ml}$  (kanan).

radioisotop  $^{32}\text{P}$  dalam selubung stilet dengan bagian peka film X-ray.

Jumlah selubung stilet tergantung pada jumlah tusukan wereng coklat yang berhubungan dengan sifat ketahanan tanaman.

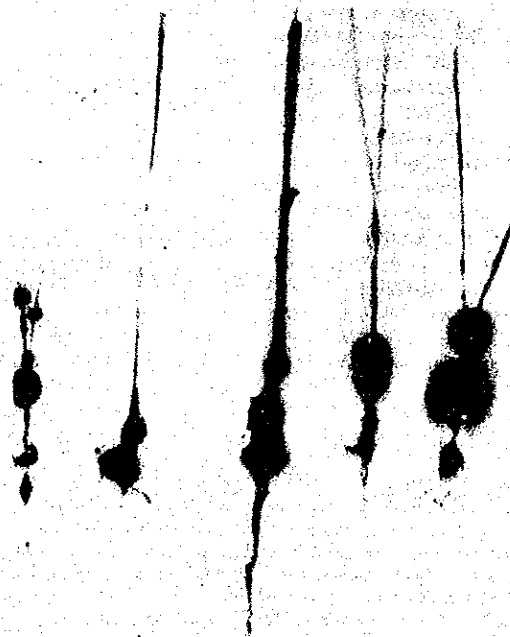
Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa TNI, Pelita I-1, Masreum, dan Sentral merupakan varietas peka, sedangkan Mudgo dan PB 36 merupakan varietas tahan terhadap wereng coklat biotipe 2.

Untuk memperoleh data perbandingan, tanaman padi yang mempunyai selubung stilet bertanda dipotong-potong dan dimasukkan ke dalam *planchet*, kemudian dikesan dengan pencacah Geiger-Muller. Hasil cacahan per menit memperlihatkan bahwa radioisotop dalam selubung stilet wereng coklat betina bersayap panjang bertanda  $^{32}\text{P}$  pada varietas tahan lebih sedikit dibanding dengan varietas peka (Tabel 1).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa uji ketahanan dengan radioisotop dapat melengkapi uji konvensional. Teknik dengan radioisotop ini masih perlu dikembangkan karena radioisotop merupakan sumber yang berbahaya bila pengelolannya kurang tepat.

#### Translokasi Isotop Dari Selubung Stilet

Wereng-wereng bertanda yang dikurung pada bagian pangkal batang padi Pelita I/1 hanya akan menyerang bagian pangkal saja (Gambar 4). Radioisotop  $^{32}\text{P}$  pada selubung stilet banyak memancarkan sinar beta, sehingga interaksinya sangat besar.



Gambar 4. Autoradiografi dari translokasi radioaktif dalam selubung stilet bertanda ke seluruh bagian tanaman padi varietas Pelita I-1.

Tabel 1. Cacahan radioisotop  $^{32}\text{P}$  dalam selubung stilet wereng coklat betina bersayap panjang pada beberapa varietas padi.

Larutan $^{32}\text{P}$ ( $\mu\text{Ci/ml}$ )	Cacahan $^{32}\text{P}$ (cpm)					
	TNI	Pelita I/I	Mudgo	PB 36	Masreum	Sentral
5	52	96	72	25	86	68
40	914	1110	58	43	2618	262
200	2194	1466	628	606	2088	2600

$\mu\text{Ci/ml}$  = mikrocuri/ml.  
cpm = cacahan per menit.

Bagian atas tanaman dan bagian akar pun memancarkan sinar beta. Hal ini berarti bahwa radioisotop  $^{32}\text{P}$  selubung stilet ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman dan ikut dalam proses metabolisme. Mungkin fraksi-fraksi lain, termasuk yang berasal dari liur wereng, cepat dibawa ke seluruh bagian tanaman.

### KESIMPULAN

Autoradiografi dapat digunakan untuk meneliti biologi dan fisiologi tanaman atau serangga, antara lain ketahanan varietas, lokasi tusukan dan translokasi radioisotop  $^{32}\text{P}$  selubung stilet wereng coklat.

Secara umum, tusukan wereng coklat ada di pangkal batang tanaman padi. Jumlah selubung stilet

bertanda  $^{32}\text{P}$  dalam jaringan tanaman padi menentukan ketahanan varietas. Pada varietas peka terhadap wereng coklat biotipe 1 seperti TNI, Pelita I-1, Masreum, dan Sentral, lebih banyak selubung stilet bertanda  $^{32}\text{P}$  dibanding pada varietas tahan seperti Mudgo dan PB 36. Uji ketahanan varietas dengan radioisotop masih perlu dikembangkan terus untuk penggunaannya secara luas.

Isotop  $^{32}\text{P}$  dari selubung stilet dapat ditranslokasikan ke bagian akar, batang, dan daun tanaman padi, sebab isotop tersebut bertindak sebagai fosfor stabil.

### PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Soehardjan dan Dr. Soelaksono Sastrodihardjo atas bantuannya dalam penelitian ini.

### PUSTAKA

1. Sogawa, K. 1971. Feeding behavior of the brown planthopper and varietal resistance of rice to insect. *Trop. Agric. Res.* 5: 195-200.
2. ———. 1973. Feeding on rice plant and leafhoppers. *Rev. Plant. Prot. Res.* 6: 31-43.
3. ——— and C.H. Cheng. 1979. Economic thresholds, nature of damage, and losses caused by the brown planthopper. *In: Brown Planthopper Threat to Rice Production in Asia. Inter. Rice Res. Inst., Philippines.*
4. Wang, C.H., D.L. Willis, and W.D. Loveland. 1972. *Radiotracer Methodology in the Biological, Environmental, and Physical Science.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 479 pp.

## Pengaruh $\text{KMnO}_4$ dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap Daya Simpan Rambutan Rapih dan Lebakbulus

Sabari dan Poernomo<sup>1</sup>

### ABSTRAK

*Influence of  $\text{KMnO}_4$  and  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  to the Keeping Quality of Rambutan. Rambutan fruit (*Nephelium lappaceum* fam Sapindaceae) is a seasonal tropical fruit that produced and well consumed in Indonesia. At harvesting season, the fruit is available abundantly. An experiment on the storage life of rambutan fruit at ambient condition by the use of  $\text{KMnO}_4$  and  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  has been conducted and the following results have been found. The fruit packed in sealed polyethylene bag, with*

*inserted cement that impregnated by concentrated  $\text{KMnO}_4$  solution or  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  or combination of both chemicals, showed lower lost weight compared to the sample that placed in unsealed polyethylene bag, for both Rapih and Lebakbulus variety. Within six days storage period, the lost weight of samples placed in sealed polyethylene plastic bag was 2.14%, while for unsealed polyethylene plastic bag was 29.22%. Rapih rambutan variety has natural characteristic of having longer storage life compared to variety Lebakbulus due to its shorter and less splinters. The fruit treated with benlate (500 ppm instant dip), was able to reduce the decay. Diseased fruit stored in sealed polyethylene bag was 82.1%, while the control experiment was completely rotten. The water content of the pulp was slightly increased during storage period, but the acidity and the soluble solid content were slightly declined.*

<sup>1</sup> Masing-masing Staf Peneliti Pasca Panen, Sub Balai Penelitian Tanaman Pangan Pasarminggu.

**R**AMBUTAN (*Nephelium lappaceum* fam. *Sapindaceae*) tergolong buah tropis musiman yang banyak dihasilkan (2, 3) dan banyak digemari di negara kita. Disebutkan rambutan asli dari Malaysia dan Indonesia (4, 6).

Menurut Lembaga Biologi Nasional (4), di negara kita ada 22 jenis rambutan. Beberapa jenis yang mempunyai daging buah yang berkualitas baik adalah Sinyonya, Rapah, Simacan, Lebakbulus, dan Sikonto (4, 5, 6).

Sentra produksinya tersebar di beberapa propinsi, seperti DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Sumatera Utara (2, 3). Musim buahnya juga bervariasi antara daerah penghasil yang satu dengan lainnya. Kebanyakan panen besar berada antara bulan Oktober-Februari pada setiap tahunnya.

Kesegaran buah rambutan tidak dapat dipertahankan lama bila disimpan pada kondisi kamar. Akan tetapi bila suhu penyimpanannya 10°C dan Rh 90-95%, maka buah tersebut dapat tahan antara 7-18 hari (4). Menurut Scott et al (7), KMnO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub> dapat memperpanjang daya simpan pisang. Bahan kimia jenis pertama dapat menyerap gas etilen sedang jenis kedua akan mengabsorpsi gas CO<sub>2</sub>, akibatnya menunda proses pemasakan pisang selama penyimpanan.

Dalam percobaan ini ingin diketahui peranan penyerap gas etilen dan gas CO<sub>2</sub>, terhadap ketahanan simpan rambutan pada kondisi kamar.

### BAHAN DAN METODA

Rambutan Rapih dan Lebakbulus dipetik langsung dari pohon tanaman petani di Jagakarsa, Pasarminggu. Buah dipungut pada saat warna kulit buah hijau-kuning bagi rambutan Rapih dan warna kulit buah merah penuh untuk rambutan Lebakbulus. Dengan tangkai buahnya, rambutan disusun dalam 20 butir per ikat; selanjutnya buah dicuci dengan air. Setelah ditiriskan sebagian buah direndam dalam larutan fungisida benlate (500 ppm selama 10 detik), sedang lainnya tidak. Selanjutnya rambutan yang telah kering itu ditempatkan dalam kantong plastik (tebal 0,04 mm), dengan perlakuan sebagai berikut: 1. terbuka; 2. berlubang; 3. tertutup rapat; Pada kantong plastik tertutup diisi dengan: 4. KMnO<sub>4</sub>; 5. Ca(OH)<sub>2</sub>; dan 6. Kombinasi KMnO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub>, masing-masing pada kadar 5%. Bahan tersebut kemudian disimpan pada kondisi kamar selama enam hari. Pengamatan dilakukan terhadap:

1. Buah segar: berat, ukuran, jumlah dan panjang rambut; serta kadar air, bahan padat terlarut, kadar asam dari daging buahnya.
2. Setelah disimpan: susut berat, jumlah buah yang rusak, kadar air, bahan padat terlarut, dan kadar asam daging buah.

Rancangan percobaan: Petak terpisah dengan ulangan 3 kali.

Tabel 1. Data fisik rambutan Rapih dan Lebakbulus.

Jenis	Ukuran			Bulu		Daging buah	
	Berat	Dimeter (cm)	Panjang (cm)	Jumlah	Panjang (cm)	Jumlah (%)	Tebal (mm)
Rapih	25,1	10,71	4,13	266,8	0,73	35,5	3,13
Lebakbulus	33	11,80	4,78	327,6	1,01	39,73	4,43

<sup>a</sup>Syaifulh dan Imam Soejono. 1980. Laporan Kegiatan Penelitian. Lembaga Penelitian Hortikultura, Pasarminggu, Jakarta.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai faktor berpengaruh terhadap daya simpan suatu komoditi. Faktor tersebut antara lain adalah kondisi penyimpanan (suhu, kelembaban, komposisi atmosfer dan lain-lain), dan kandungan fisik atau kandungan kimiawi bahan yang disimpan.

Rambutan Rapih dan Lebakbulus memiliki data fisik berlainan (Tabel 1). Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa rambutan Lebakbulus lebih besar daripada rambutan Rapih. Fakta fisik demikian ini sudah pasti menyebabkan tabiat yang berbeda selama penyimpanan.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kadar gula dan kadar vitamin C daging buah rambutan Rapih, lebih tinggi daripada rambutan Lebakbulus. Akan tetapi kadar asamnya terlihat lebih tinggi pada rambutan Lebakbulus.

Tentang bagaimana perubahan fisis dan kimiawi kedua macam rambutan tersebut pada penyimpanan kondisi kamar, akan diketahui dari hasil-hasil percobaan berikut.

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa rambutan yang ditempatkan dalam kantong plastik terbuka ternyata mengalami susut berat tertinggi, dan berbeda sangat nyata bila dibandingkan dengan susut berat buah yang disimpan dalam kantong plastik berlubang maupun tertutup.

Pengaruh penyerap gas etilen dan gas CO<sub>2</sub>, atau kombinasinya, terhadap nilai susut berat tidak nyata. Harganya hampir sama dengan susut berat rambutan yang disimpan dalam kantong plastik tertutup.

Dari perlakuan yang dicoba ternyata tidak ada perbedaan nyata terhadap kerusakan buah. Hanya saja terlihat jelas bahwa rambutan yang ditempatkan dalam kantong plastik tertutup, baik dengan penyerap gas etilen atau CO<sub>2</sub>, atau kombinasinya, memperlihatkan persentase kerusakan lebih kecil dibandingkan dengan rambutan yang ditempatkan dalam kantong plastik terbuka atau berlubang. Hal ini disebabkan karena luka yang terjadi selama penanganan, berperan sebagai pintu gerbang masuknya mikroorganisme penyebab penyakit. Rambutan yang ditempatkan dalam kantong plastik terbuka dan berlubang, karena keadaannya yang demikian akan mudah diserang penyakit pasca panen. Hanya dalam waktu lima hari penyimpanan, buah telah menjadi busuk seluruhnya.

Serangan penyakit lepas panen biasanya bermula dari luka yang terjadi, baik luka pada bulunya atau di

Tabel 2. Kandungan kimiawi daging buah rambutan Rapih dan Lebakbulus.

Jenis	gula <sup>a</sup>	soluble	asam	air	Vitamin
	total (%)	solid (%)	(%)	(%)	C (%)
Rapih	14,32	16,40	0,15	81,56	0,5
Lebakbulus	13,40	17,50	0,32	80,09	0,4

<sup>a</sup>Syaifulh dan Imam Soejono. 1980. Laporan kegiatan Penelitian. Lembaga Penelitian Hortikultura, Jakarta.

kulit buahnya. Mula pertama bagian yang terserang itu berwarna coklat muda yang lama kelamaan menjadi hitam dan semakin meluas. Bila kulit buah dibuka, maka daging buahnya kelihatan berair dan berbau busuk.

Penggunaan penyerap gas etilen atau gas CO<sub>2</sub> atau kombinasinya ternyata tidak nyata dalam memperpanjang umur simpan rambutan (Tabel 3). Terlihat pula bahwa rambutan Rapih lebih tahan di dalam penyimpanan dibandingkan dengan rambutan Lebakbulus. Hal ini disebabkan karena sifat alami yang berlainan, seperti dimuka telah disebutkan. Tampak pula bahwa pemakaian kedua bahan kimia diatas, tidak mampu mencegah peristiwa perubahan warna kulit buah. Hal ini terlihat karena rambutan Rapih segar yang semula berwarna hijau kuning, sesuai penyimpanan kulit buahnya menjadi berwarna kuning kemerahan. Dengan demikian membuktikan bahwa gas etilen yang timbul, dan sebagai penyebab perubahan warna, tidak dapat diserap semuanya oleh KMnO<sub>4</sub>, akibatnya perubahan warna oleh adanya gas tersebut tidak dapat dicegah.

Tabel 3. Pengaruh fungisida, kantong plastik, KMnO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap susut berat dan kerusakan rambutan Rapih dan Lebakbulus pada penyimpanan kondisi kamar.

Jenis Rambutan	Fungisida	Perlakuan <sup>a</sup>	Susut berat (%)	Kerusakan (%)
Rapih	Tanpa fungisida	1	27,02	100
		2	2,46	100
		3	2,91	86,7
		4	2,32	90,3
		5	2,03	76,7
		6	2,39	70
Lebakbulus	Dengan fungisida	1	31,66	100
		2	3,72	100
		3	1,82	83,3
		4	1,97	70
		5	1,76	55
		6	2,01	81,7
Rapih	Tanpa fungisida	1	21,21	100
		2	3,68	98,3
		3	2,61	93,3
		4	2,83	76,7
		5	1,99	76,7
		6	3,04	88,3
Lebakbulus	Dengan fungisida	1	29,92	100
		2	4,50	100
		3	1,92	70
		4	1,58	81,7
		5	1,74	78,3
		6	1,67	80

<sup>a</sup>Perlakuan:

- 1 = kantong plastik terbuka
- 2 = kantong plastik berlubang
- 3 = kantong plastik tertutup
- 4 = kantong plastik tertutup dengan KMnO<sub>4</sub>
- 5 = kantong plastik tertutup dengan Ca(OH)<sub>2</sub>
- 6 = kantong plastik tertutup dengan KMnO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub>

Pemakaian fungisida benlate (500 ppm), ternyata dapat memperpanjang daya simpan buah, meskipun hasilnya tidak berbeda nyata bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dalam hal ini fungisida tersebut dapat menyembuhkan luka yang terjadi selama pemetikan atau penanganan lainnya. Dengan demikian mikroorganisme penyebab penyakit, tidak dapat menginfeksi melalui luka tersebut. Yang akibatnya kerusakan oleh serangan penyakit lepas panen dapat dikurangi atau dihindarkan.

Di muka telah disajikan beberapa perubahan fisik rambutan selama penyimpanan, dan berikut ini adalah beberapa data kimiawi daging buah rambutan selama dalam penyimpanan.

Dari analisa sidik ragam terlihat bahwa perlakuan yang dicoba tidak berbeda nyata dalam kadar air, kadar bahan padat terlarut dan kadar asam. Kadar airnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar air daging buah segar (Tabel 2). Sedangkan kadar asam dan kadar bahan padat terlarutnya, tampak lebih rendah bila dibandingkan dengan yang segar. Adanya proses respirasi, baik aerob maupun anaerob akan menyebabkan berkurangnya kadar gula. Dalam proses tersebut gula diubah menjadi alkohol dan air. Kenyataan ini dapat dibuktikan sewaktu kulit buah rambutan yang telah disimpan itu dibuka, maka daging buahnya tampak berair dan berbau alkohol dan bila daging buahnya dirasakan maka rasa manisnya berkurang bila dibandingkan dengan daging buah rambutan segar.

Tabel 4. Pengaruh kantong plastik, penyerap gas etilen atau gas CO<sub>2</sub> atau kombinasinya terhadap kandungan kimiawi daging buah rambutan selama penyimpanan.

Jenis rambutan	Perlakuan <sup>a</sup>	Kadar (%)		
		air	bahan padat terlarut	asam
Rapih	1	82,17	16,90	0,12
	2	82,20	16,0	0,13
	3	82,38	16,40	0,06
	4	82,18	16,03	0,09
	5	82,13	16,10	0,08
	6	82,46	16,30	0,08
Lebakbulus	1	81,39	16,18	0,22
	2	81,38	16,30	0,21
	3	81,31	16,38	0,27
	4	81,46	15,80	0,28
	5	81,64	16,40	0,20
	6	81,57	15,60	0,25

<sup>a</sup>Perlakuan:

- 1 = kantong plastik terbuka
- 2 = kantong plastik berlubang
- 3 = kantong plastik tertutup
- 4 = kantong plastik tertutup dengan KMnO<sub>4</sub>
- 5 = kantong plastik tertutup dengan Ca(OH)<sub>2</sub>
- 6 = kantong plastik tertutup dengan KMnO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub>

## KESIMPULAN

1. Rambutan Rapih mempunyai daya simpan lebih lama dibandingkan dengan rambutan Lebakbulus.
2. Penyimpanan dengan wadah kantong plastik tertutup dapat memperpanjang umur simpan rambutan. Pemakaian penyerap gas etilen atau gas CO<sub>2</sub> atau kombinasinya, tidak memberikan hasil yang berbeda nyata dalam hal memperpanjang daya simpannya, dibandingkan dengan penyimpanan dalam kantong plastik tertutup saja. Akan tetapi terlihat bahwa persentase kerusakan buah dengan penyerap gas tersebut lebih rendah dari kerusakan pada percobaan kontrol.
3. Penggunaan fungisida benlate dapat memperkecil kerusakan selama penyimpanan.

## PUSTAKA

1. Anonim. 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Edited by Er. B. Pantastico. Westport Connecticut. AVI Pub. Com. Inc.
2. Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan. 1979. Vademecum Pemasaran Departemen Pertanian. Jakarta.
3. Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan. 1980. Vademecum buah-buahan. Departemen Pertanian. Jakarta.
4. Lembaga Biologi Nasional. 1977. Buah-buahan. LIPI. Jakarta.
5. Mendoza, Jr. D.B., Pantastico, Er. B., and Javier, F.B. 1973. Storage and handling of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). The Philippines Agriculturist 57(5, 6): 322-33.
6. Mortensen, E., and Bullard, E.T. 1968. Handbook of tropical and subtropical Horticulture. Dep. State Agency Intern. Dev. Washington D.C. p. 61.
7. Scott, K.J. McGlasson, W.B., and Robert, E.A. 1970. Potassium permanganate as an ethylene absorbent in polyethylene bags to delay ripening of bananas during storage. Australian J. Exp. Agr. and Animal Husb. 10: 237-40.

**Pengelompokan Isolat Bakteri Daun Bergaris  
*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*  
berdasarkan Reaksinya pada Varietas Padi di Indonesia**

Nunung H.A. Yahya dan Suparman<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Classification of bacterial isolates Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola* based on the reaction of rice varieties in Indonesia. About 24 isolates of bacterial leaf streak *Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola* were tested in green house. They were tested on some rice varieties such as TJN 1, PB 5 and Pella I-1. Based on the reactions of rice varieties, those isolates could be classified in I bacterial group, II and IV group.

**P**ENYAKIT bakteri daun bergaris ("bacterial leaf streak") yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola* merupakan penyakit penting bagi daerah yang beriklim tropis. (1, 8).

Di Indonesia penyakit ini terdapat di daerah-daerah yang mempunyai angka curah hujan tinggi misalnya daerah Jawa Barat, Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan (6).

Bila serangan penyakit ini disertai hujan lebat dan angin topan akan mengakibatkan penyebaran penyakit lebih cepat dan menimbulkan kerusakan yang hebat pada pertanaman, sama halnya dengan serangan penyakit bakteri busuk daun (bacterial leaf blight) yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Uyeda et Ishiyama, Dowson), Dye 1978 (1, 7, 8).

Di India pada tahun 1972, Shekhawat et al. telah mengelompokkan beberapa isolat bakteri daun bergaris berdasarkan sifat-sifat dari luka yang terjadi pada daun yaitu melihat panjang dan warna luka, adanya daerah bening yang klorotik dan terbentuknya eksudat bakteri pada permukaan daun yang diserang (9). Metoda inokulasi yang dipakai adalah dengan pengulasan bakteri pada daun (9). Menurut peneliti-peneliti terdahulu, kemungkinan besar pengelompokan ini terjadi karena adanya interaksi yang berbeda (2, 9); akan tetapi menurut Ou et al. (7) perbedaan interaksi antara patogen dan tanaman inang itu praktis tidak ada. Penelitian tentang pengelompokan strain-strain bakteri telah berlangsung beberapa tahun ke belakang, misalnya di Jepang, terutama terhadap *X. oryzae* (sinonim *X. campestris* pv. *oryzae*).

Peneliti-peneliti di Jepang telah berhasil mengelompokkan strain-strain bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* ke dalam 3 kelompok (2). Demikian pula di Indonesia telah berhasil mendapatkan kelompok-kelompok bakteri yang baru sehingga strain *X. campestris* pv. *oryzae* (Uyeda et Ishiyama, Dowson) Dye 1978, dapat diklasifikasikan menjadi 5 kelompok strain bakteri (10).

Oleh karena penyakit bakteri daun bergaris (Bacterial leaf streak) ini sangat penting pula di Indonesia sebagai penyebab penurunan produksi padi, maka penulis mengemukakan tentang percobaan penelitian pengelompokan bakteri patogen daun bergaris

<sup>1</sup>Masing-masing Staf Peneliti dan Staf teknis pada Kelompok Peneliti Hama dan Penyakit, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

*X. campestris* pv. *oryzicola* (Fang et al. and Bradbury) Dye 1978 yang telah dimulai pada tahun 1975. Pada percobaan pendahuluan tersebut dapat diklasifikasikan empat kelompok *X. campestris* pv. *oryzicola*. Kelompok-kelompok bakteri ini disusun berdasarkan reaksi dari 3 buah varietas sebagai tanaman inangnya yaitu TN(1), PB 5 dan Pelita I-1 (5).

Pengelompokan bakteri ini penting untuk menunjang ahli-ahli pemuliaan padi, karena pengetahuan tentang penyebaran geografis isolat-isolat bakteri yang berbeda virulensinya itu sangat penting bagi pedoman pemuliaan. Juga diharapkan hasil-hasil dari pengelompokan bakteri ini berguna untuk pelaksanaan di lapangan dalam pengujian varietas terhadap serangan bakteri daun bergaris *X. campestris* pv. *oryzicola*.

#### BAHAN DAN METODA

Isolat bakteri yang akan diuji diambil dari bahan sakit dari berbagai varietas padi di beberapa tempat di Indonesia. Untuk percobaan ini telah diuji sebanyak 24 macam isolat bakteri. Isolat-isolat yang akan dikelompokkan diinokulasikan pada tiga varietas padi masing-masing TN(1), PB 5 dan Pelita I-1. Masing-masing varietas ditanam pada 24 pot plastik yang berdiameter  $\pm 20$  cm, sebanyak 5 tanaman untuk setiap pot/isolat. Pada fase tanaman daun bendera, tanaman diinokulasi dengan suspensi bakteri dari isolat-isolat tersebut, suspensi ini didapat dari biakan murni bakteri umur 48 jam dalam medium Wakimoto padat (terdiri dari ekstrak kentang

Tabel 1. Isolat dan kelompok isolat bakteri *X. campestris* pv. *oryzicola* (Fang et al. and Bradbury) Dye 1978, berdasarkan reaksinya pada tiga varietas padi fase daun bendera.

Isolat	TN(1)	PB 5	Pelita I-1	Kelompok isolat bakteri
Xt <sub>1</sub> -7101	R	R	R	IV
X <sub>1</sub> -7101	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7233	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7241	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7242	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7402	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7405	R	R	R	IV
Xt <sub>1</sub> -7461	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7462	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7563	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7564	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7565	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7566	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7567	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7571	R	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7674	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7776	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7777	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7778	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7779	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7780	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7781	S	S	S	I
Xt <sub>1</sub> -7782	R	S	S	II
Xt <sub>1</sub> -7783	R	S	S	II

R = tahan, S = peka.

= 300 gram, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O = 0,5 gram, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O = 2 gram, pepton = 5 gram, sukrosa = 15 gram, agar 17 = 20 gram, air destilasi 1000 ml dan pH 6,8-7,0).

Inokulasi secara penusukan dengan jarum ("Pricked method") pada daun bendera. Konsentrasi suspensi bakteri  $\pm 10^7$ /ml. Pembacaan data dilakukan dua minggu setelah inokulasi (3, 4). Kelembaban udara dan suhu harus diusahakan memenuhi syarat untuk perkembangan bakteri pada daun.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diuji ternyata ke-24 isolat bakteri tersebut dapat dimasukkan pada kelompok bakteri masing-masing berdasarkan reaksi dari tanaman inangnya terhadap isolat-isolat bakteri.

Dari percobaan ini dapat dikelompokkan sebagai berikut: 11 isolat termasuk kelompok isolat bakteri I, 11 pada kelompok isolat bakteri II dan 2 isolat masuk kelompok isolat bakteri IV (Tabel I).

Penelitian tentang pengelompokan ini masih terus dilakukan dan ditingkatkan, mengingat banyak faktor yang menyebabkan perubahan kedudukan dalam klasifikasi. Misalnya faktor musim, iklim setempat atau lingkungan banyak mempengaruhi kepada banyaknya serangan dan panjangnya luka infeksi pada daun padi. Pada Tabel 1 dikemukakan daftar sementara kedudukan isolat-isolat yang ada, ke dalam kelompok bakteri I, II dan IV.

#### PUSTAKA

- Dye, D.W.; J.F. Bradbury; M. Goto; A.C. Hayward; R.A. Lellot, and M.N. Schroth. 1978. International Standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. Review of Plant Pathology, Commonwealth Mycological Inst. 59 (4): 153-69.
- Ezuka, A., and O. Horino. 1974. Classification of Rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strain on the Basis of Their Differential Interaction, Bulletin of the Tokai-Kinki National Agricultural Experiment Station, 27: 1-9.
- International Rice Research Institute. Annual Report for 1967: 90-7.
- International Rice Research Institute. Annual Report for 1968: 90-4.
- Nunung H. Achmad Yahya. 1976. Klasifikasi beberapa isolat bakteri penyakit daun bergaris *Xanthomonas translucens* f. sp. *oryzicola* (Fang et al.) Bradbury, berdasarkan reaksinya pada beberapa varietas padi di Indonesia. Kongres Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Gambung, Bandung 20-21 Desember 1976.
- Oka, I.N.; Nunung H. Achmad, and D.M. Aman. 1972. Studies on Bacterial Leaf Streak *Xanthomonas translucens* f. sp. *oryzicola* of Rice. In pap. South-East Asia Regional Symposium on Plant Diseases in the Tropics, Sept. 11-15, 1972 at Yogyakarta, Indonesia.
- Ou, S.H.; P.G. Frank, and S.D. Merca. 1970. Varietal Resistance to Bacterial Leaf Streak Disease of Rice in the Philippines. The Philippines Agriculturist 54: 8-32.
- Ou, S.H. 1972. Rice Diseases. Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey, England.
- Shekawat, G.S.; D.M. Srivastava, and Y.P. Rao. 1972. Host specialization in bacterial leaf streak pathogen of rice. Indian J. Agric. Sci. 42 (1): 11-5.
- Yamamoto, T.; H.R. Hifni; M. Machmud; T. Nishizawa, and D.M. Tanter. 1977. Variation in pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson and resistance of rice varieties to the pathogen. CRIA Contribution 26. 22 pp.

## Variety x Environment Interaction Variances for Downy Mildew Infection in Corn

Subandi, A. Sudjana, Amsir Rifin, and  
M.M. Dahlan<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Ragam Interaksi Varietas x Lingkungan untuk Infeksi Penyakit Bulai pada Jagung. Data persentase serangan bulai (*Sclerospora maydis* Rac. (Butl.)) dari 6 set varietas jagung (*Zea mays* L.) yang dicoba dalam percobaan bulai dari tahun 1974/75 sampai dengan 1979/80 di beberapa lokasi dianalisis, guna mendapatkan dugaan komponen ragam varietas, interaksi varietas x lokasi, varietas x tahun, varietas x lokasi x tahun, dan galat. Nilai dugaan komponen ragam varietas adalah yang terbesar baik dari sidik ragam lintas lokasi maupun lintas lokasi dan tahun. Dari sidik ragam lintas lokasi dan tahun didapatkan nilai dugaan komponen ragam varietas x lokasi dan varietas x tahun yang negatif, sedangkan komponen ragam varietas x lokasi x tahun adalah positif tetapi tidak nyata pada batas kemungkinan 0,05. Pengaruh tahun dan lebih-lebih lokasi sangat nyata. Untuk memperoleh dugaan tentang besar rata-rata infeksi bagi sesuatu varietas di berbagai lingkungan, diperlukan percobaan di beberapa lokasi dan tahun. Akan tetapi untuk merangkang varietas atau famili guna tujuan seleksi, seperti misalnya dalam percobaan pendahuluan yang meliputi banyak entri atau dalam suatu program perbaikan populasi, percobaan pada satu lingkungan nampaknya sudah cukup. Sehubungan dengan itu, percobaan dengan banyak varietas atau famili dalam satu lingkungan atau membagi entri dan mencoba masing-masing bagian dalam lingkungan berlainan akan lebih berguna daripada percobaan di lebih dari satu lingkungan dengan mengurangi jumlah seluruh varietas atau famili yang dicoba.

**D**OWNY MILDEW disease incited by *Sclerospora maydis* Rac. (Butl.) is a major disease in corn (*Zea mays* L.) in Indonesia. Breeding for resistance to the disease has been given a priority since 1969. A large number of varieties, families, and lines have been tested for their resistance. The tests were usually conducted in a single year at one or two locations. Some were conducted at more than two locations.

Information on estimate of variance components due to variety x environment interaction is important for planning future experiments, but report on the estimation of the variance components is limited.

The purpose of the study reported in this paper was to estimate the relative magnitudes of variety, variety x environment interaction, and error variances for downy mildew infection rate from data available from previous years.

### MATERIALS AND METHODS

Data of downy mildew infection rates of 6 sets of varieties from tests of the last six years were used for analyses. The number of varieties, replications, years, and locations are presented in Table 1.

<sup>1</sup>Plant Breeder and Associate Corn Breeders, respectively. Bogor Research Institute for Food Crops.

Table 1. Number of varieties, replications, and locations for downy mildew tests from 1974/75 to 1979/80.

Set No.	No. of varieties	Year	No. of replications	Location
1	25	1974/75	4	Cikeumeuh (Bogor)
			4	(Lampung)
2	18	1976/77	4	Cikeumeuh (Bogor)
			4	Sukadana (Lampung)
			4	Mojosari (Mojokerto)
			4	(Yogyakarta)
3	26	1977/78	2	Cikeumeuh (Bogor)
			2	Sribhawono (Lampung)
4	30	1978/79	4	Cikeumeuh (Bogor)
			4	Sukadana (Lampung)
			4	Mojosari (Mojokerto)
			4	(Bogor)
5	57	1978/79	2	Cikeumeuh (Bogor)
			2	Sukadana (Lampung)
6	25	1979/80	4	Cikeumeuh (Bogor)
			4	Mojosari (Mojokerto)

The tests were conducted as follows:

Three rows surrounding the test plots were planted with a susceptible variety 'Harapan' as the source of infection. The second rows were sown one week after the first. A week later, if enough disease symptom was observed in the first rows, the third rows along with the test entries were planted. A susceptible and a resistant variety were alternately planted every 5 plots of tested entries. The entries were arranged in a randomized block design with 2 to 4 replicates. Plot size varied from 1 to 2 rows spaced 50 to 75 cm apart, 5 to 10 m long. One seed was sown in a hill spaced 10 to 20 cm apart.

To obtain an equal distribution of inoculum and a high level of infection all the tests except those at Sukadana were artificially inoculated by spraying emerging seedlings with conidial suspension in the morning (from 2<sup>00</sup> to 5<sup>00</sup> am). The suspension was prepared by washing infected leaves prior to spraying. The infected leaves were collected from diseased plants in a primary source of infection at about 18<sup>00</sup> pm and stored in a glass house until they were used. The primary source of infection was maintained by continuous planting a susceptible variety in a plot (s) close to the testing block every 2 weeks. The tests at Sukadana were conducted in farmers' field where the corn crop was heavily attacked by the disease. Sowing was done when the farmer's crop was about 3 weeks old. The diseased crop surrounding the test block was the main source of infection.

Data were recorded 2 to 4 times for each plot by counting the number of infected plants from 2 to 6 weeks after sowing. The number of seedlings at 2 weeks old were also recorded to obtain infection percentages. Before analyses the data were transformed to arcsin Vpercentages to make the means and error variances independent and to reduce heterogeneity among error variances (3).

Analysis of variance over locations for each set of varieties was performed (Table 2). The components of variance were estimated as linear functions of the mean squares as follows:

$$\hat{\sigma}_e^2 = M_1; \quad \hat{\sigma}_{vL}^2 = (M_1 - M_2)/r; \quad \hat{\sigma}_v^2 = (M_1 - M_3)/rl$$

Standard error of the estimate of variance component was calculated with the following formula :

$$\frac{1}{k} \left( 2 \sum_i \frac{M_i}{f_i + 2} \right)^{1/2}$$

where  $M_i$  is the  $i^{\text{th}}$  mean square of the function associated with the estimated variance;  $f_i$  is the degree of freedom associated with  $M_i$ ; and  $k$  is the divisor in the function.

The foregoing estimates of variances due to variety and variety x location interaction were upward biased by variety x year and variety x location x year interaction, respectively. To obtain estimates of the true components of variance, varieties that were common in different sets were selected. Only fourteen varieties were available from sets 2 and 5. This group of varieties was assigned as set 7. Data from 2 locations, i.e. Bogor and Sukadana were used for analysis. Because set 5 was replicated twice, only data from 2 replications of 1976/77 test at Bogor and Sukadana were used to simplify the expectation of mean squares.

Combined analysis of variance over locations and years was performed for set 7. Portion of the form of analysis of variance and the expected mean squares are presented in Table 3. The variance components and their standard errors were estimated as described before. Thus:

$$\hat{\sigma}_e^2 = M_s; \quad \hat{\sigma}_{VLY}^2 = (M_1 - M_2)/r; \quad \hat{\sigma}_{VY}^2 = (M_1 - M_2)/r; \\ \hat{\sigma}_{VL}^2 = (M_2 - M_3)/ry; \quad \hat{\sigma}_V^2 = (M_1 - M_2 - M_3 + M_4)/rly.$$

## RESULTS AND DISCUSSION

The artificial epyphitotic conditions were in general desirable as indicated by the fairly high mean values of the susceptible check (Table 4). The infection rate of the susceptible check variety was more than 50% in 10 out of 15 tests. Six of the tests showed coefficient of variations

Table 2. Portion of the form of analysis of variance and expectations of mean squares for data from a single year and two or more locations.

Source of variation	d.f.	M.S.	Expectation of mean square
Varieties	v-1	$M_1$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VL}^2 + rly\hat{\sigma}_V^2$
Varieties x Locations	(v-1)(l-1)	$M_2$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VL}^2$
Pooled error	1(v-1)(r-1)	$M_3$	$\hat{\sigma}_e^2$

$\hat{\sigma}_V^2$ ,  $\hat{\sigma}_{VL}^2$ , and  $\hat{\sigma}_e^2$  = variances due to variety, variety x location interaction, and error, respectively. v, l, and r = number of varieties, locations, and replications, respectively.

Table 3. Portion of the form of analysis of variance and expectation of mean squares for data collected over locations and years.

Source of variation	d.f.	M.S.	Expectation of mean square
Varieties	v-1	$M_1$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VLY}^2 + rly\hat{\sigma}_{VY}^2 + ry\hat{\sigma}_{VL}^2 + rly\hat{\sigma}_V^2$
Varieties x Locations	(v-1)(l-1)	$M_2$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VLY}^2 + ry\hat{\sigma}_{VL}^2$
Varieties x Years	(v-1)(y-1)	$M_3$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VLY}^2 + rly\hat{\sigma}_{VY}^2$
Varieties x Locations x Years	(v-1)(l-1)(y-1)	$M_4$	$\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_{VLY}^2$
Pooled error	ly(v-1)(r-1)	$M_5$	$\hat{\sigma}_e^2$

$\hat{\sigma}_V^2$ ,  $\hat{\sigma}_{VL}^2$ ,  $\hat{\sigma}_{VY}^2$ ,  $\hat{\sigma}_{VLY}^2$ , and  $\hat{\sigma}_e^2$  = variances due to variety, variety x location, variety x year, variety x location x year interaction, and error, respectively. v, l, y, and r = number of varieties, locations, years, and replications, respectively.

higher than 25%, due to the low test means or attributed to rather high error variances. The high error appeared to be due to a smaller number of seeds used per plot (50 seeds or less). The correlation coefficient between the test means and error variances was small and not significant ( $r = 0.10$ ).

From the combined analyses over locations, the variety components of variance were consistently the greatest and the variety x location components were the smallest (Table 5). All of the variety and error components were highly significant. The variety x location components were not significant in 3 out of 6 cases. One of the variance component estimates was negative and was interpreted as being zero. The highest value of the variety x location component was only 0.46 relative to the error.

The estimates of variance components for variety ( $\hat{\sigma}_V^2$ ) and for variety x location interaction ( $\hat{\sigma}_{VL}^2$ ) from the combined analyses over locations were in fact estimates of variance components for variety plus variety x year interaction ( $\hat{\sigma}_V^2 + \hat{\sigma}_{VY}^2$ ) and for variety x location plus variety x location x year interaction ( $\hat{\sigma}_{VL}^2 + \hat{\sigma}_{VLY}^2$ ), respectively. Thus, the true variety x location component must be smaller and possibly non significant. If it is true, it indicates that the differential responses of the varieties to the disease is consistent over locations when averaged over years.

Table 6 presents the unbiased estimates of variance components for variety, variety x year, variety x location, variety x location x year, and error from the combined analysis over locations and years. Again variety component was the greatest and variety x location component was the smallest. Both the variety x location and the variety x year components of variance were negative. The negative values were due to sampling errors and were interpreted as being zero. The absence of variety x year interaction indicates that the relative rate of infection for the varieties were the same in each of the two years.

The second-order interaction was not significant at 0.05 probability level. The value of the variance estimate was also low relative to the error. Fluctuation of environmental factors such as temperature and humidity that influenced plant growth and disease development particularly during the first three weeks from sowing did not change the relative rate of infection of the tested



varieties from year to year and location to location. It is recognized that in the analysis 2 years and 2 locations are a limited sample of the variables.

Results of the present study agree with previous reports (1, 2). Kabul Pamin (1) in a genetic study using 225 full-sib families found that additive genetic x location variance estimated from one-year tests at 2 locations was not significant. Renfro (2) reported the same relative rank position of the test varieties grown in the disease nursery for 5 years in countries where downy mildew is a problem.

The year and location effects in the present analyses were highly significant. Therefore, it is needed to test varieties in different environments with respect to year and location to obtain reliable estimates of average infection rate for individual varieties in different environments under artificial epidemic conditions. Such tests, however, would be useful only for promising and

Table 4. Mean of susceptible check (Harapan), test mean, and coefficient of variation for individual tests of downy mildew.

Set No.	Location	Mean		C.V. (%)
		Check	Test	
1	Bogor	74.53	49.82	10.5
	Lampung	67.59	40.69	16.5
2	Bogor	43.59	12.25	41.7
	Lampung	73.65	50.65	9.3
3	Mojokerto	83.41	56.04	8.2
	Yogyakarta	48.75	17.71	31.1
4	Bogor	65.64	27.71	28.1
	Lampung	42.59	15.13	19.9
5	Bogor	52.61	22.56	41.4
	Lampung	49.82	34.24	22.2
6	Mojokerto	73.14	42.07	26.0
	Bogor	32.17	12.90	38.7
6	Lampung	57.72	37.94	20.7
	Bogor	52.16	28.71	22.5
	Mojokerto	65.39	45.48	14.0

Table 5. Estimates of variance components due to variety ( $\hat{\sigma}_v^2$ ), variety x location interaction ( $\hat{\sigma}_{vL}^2$ ), and error ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), their standard errors, and ratio between variety x location and error variance components ( $\hat{\sigma}_{vL}^2 / \hat{\sigma}_e^2$ ) from combined analyses over locations.

Set No.	$\hat{\sigma}_v^2$	$\hat{\sigma}_{vL}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_{vL}^2 / \hat{\sigma}_e^2$
1	212.58** $\pm$ 62.08	12.93** $\pm$ 6.18	36.09** $\pm$ 4.22	0.35
2	81.63** $\pm$ 27.56	9.25** $\pm$ 3.07	25.01** $\pm$ 2.46	0.37
3	75.54** $\pm$ 25.51	14.24 $\pm$ 9.28	34.90** $\pm$ 6.84	0.40
4	126.48** $\pm$ 36.40	-0.89 $\pm$ 9.96	199.72** $\pm$ 17.42	-0.00
5	80.01** $\pm$ 19.14	20.16* $\pm$ 8.29	43.40** $\pm$ 5.75	0.46
6	572.92** $\pm$ 161.63	9.26 $\pm$ 5.56	41.18** $\pm$ 4.82	0.22

\*,\*\* Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

Table 6. Estimates of variance components due to variety ( $\hat{\sigma}_v^2$ ), variety x year ( $\hat{\sigma}_{vY}^2$ ), variety x location ( $\hat{\sigma}_{vL}^2$ ), variety x location x year ( $\hat{\sigma}_{vLY}^2$ ), and error ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), and their standard errors from combined analyses over locations and years.

Set	$\hat{\sigma}_v^2$	$\hat{\sigma}_{vY}^2$	$\hat{\sigma}_{vL}^2$	$\hat{\sigma}_{vLY}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$
7	76.53* $\pm$ 30.94	-9.49 $\pm$ 10.31	-2.07 $\pm$ 11.94	29.33 $\pm$ 18.00	37.90** $\pm$ 7.29

\*,\*\* Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

released varieties. For purposes of ranking varieties for selection such as in a preliminary test and in a family test for population improvement, it appears that a one-environment test would be suffice, since the variety x environment interactions were not significant as indicated in this study. It would be advisable to test more varieties or families in a single environment or dividing those families into sets and testing each set in a different environment rather than reducing the whole number of varieties or families to test in more than one environment.

Future study of the variety x environment interaction is important, because with the widespread use of resistant varieties it is possible that a physiological race

of the pathogen arises or the disease may shift its virulence, which may result in a change of variety x environment interaction.

## REFERENCES

1. Kabul Pamin. 1980. Estimates of genetic parameters and evaluation of S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub> selection progresses in a composite variety of corn (In Indonesian). M.S. Thesis. Dept. of Agronomy. Bogor Agricultural University.
2. Renfro, B.L. 1973. Introductory remarks and a five year summary of the international downy mildew nursery. The Ninth Inter-Asian Corn Improvement Workshop. Malaysian Agricultural Research and Development Institute. December 10-12. p. 1-13.
3. Steel, Robert G.D. and James H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc.

## Nutrient Status of the Rice Plant in a Red Yellow Podzolic Soil after Three Successive Seasons of Phosphate Application

Sismiyati Roechan and Ochiem Sudarman<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Status Hara tanaman Padi Sawah di tanah Podsolik Merah Kuning setelah Pemupukan Fosfat Tiga Musim Berturut-turut. Tanah Podsolik Merah Kuning yang baru dibuka untuk persawahan di Lampung, berkadar P tersedia sangat kritis. Tanah semacam ini mutlak memerlukan tambahan P dari pupuk untuk pertumbuhan padi yang baik. Bila pupuk P diberikan terus menerus akan menyebabkan timbunan residu pupuk P. Untuk meneliti akibatnya terhadap kesuburan tanah di tanah itu sendiri dan akibatnya pula terhadap efisiensi penggunaannya, telah dilakukan percobaan di Tamansari, Lampung, dengan memberikan pupuk P yang bertingkat selama tiga musim berturut-turut pada tempat dan plot yang sama. Pemupukan  $P_2O_5$  yang dilakukan 3 musim berturut-turut menyebabkan kadar P baik pada gabah maupun jerami dan rasio absorpsi P makin tinggi. Penambahan pemberian P tidak selamanya akan meningkatkan efisiensi penggunaannya. Pada titik rasio pengikatan P mulai menurun, penyerapan K total akan menurun pula. Diperkirakan bahwa apabila mulai pada batas tersebut dosis  $K_2O$  dinaikkan akan dapat mengimbangi dosis pupuk yang lain, sehingga mampu untuk menaikkan produksi padi yang lebih tinggi. Pada keadaan dosis  $P_2O_5$ , masih bisa mengimbangi jumlah pupuk N yang diberikan, pemupukan P yang terus menerus mengakibatkan N makin banyak diserap oleh akar tanaman. Berdasarkan kenyataan ini disarankan agar pemberian P yang terus menerus di tanah podsolik merah kuning di Lampung, diimbangi dengan kenaikan unsur hara yang lain yaitu unsur N di samping K agar pupuk P yang diberikan makin dapat dimanfaatkan.

**T**HE RICE plant needs nutrients for a normal growth. To obtain high yield, nitrogen, phosphorus and potassium should be available in sufficient amounts.

The availability of phosphorus depends on many factors such as the mechanical influence (3), temperature (5), pH (2), and the physical and chemical properties of the soil (6). Cultivation is the most important mechanical influence. Consequently, good cultivation and irrigation increase the availability of phosphorus in the soil. The higher the temperature, the higher the phosphorus absorption capacity in the rice plant. In addition the available phosphorus will be maximum if the soil pH is between 6 and 7. A recent new opened area for lowland rice in Lampung is acidic in reaction. Besides low in available phosphorus (4), it has a high iron content (5). It is suspected that most phosphorus is bound as ferric phosphate. In submerged condition, ferric phosphate is reduced to ferrous phosphate so that the availability of phosphorus increases.

A recent experiment showed (6) that the rice plant in Lampung absorbed more phosphate from applied

fertilizer rather than from the soil. This evidence suggests that for a good growth, the soil in this area needs phosphate supplied from fertilizers. This report deals with the effect of successive phosphate application on the nutrient status of the soil and the rice plant and how they are going to influence rice yields.

### MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in a red yellow podzolic soil in Tamansari, Lampung, 20 meters above sea level. This study was conducted during three successive seasons, namely the wet season 1974/75, the dry season 1975 and the wet season 1975/76.

There were seven treatments, replicated three times and arranged in a randomized block design. All treatments were provided with 120 kg N as urea and 60 kg  $K_2O$  as potassium sulphate per hectare, while a phosphate fertilizer as triple superphosphate was applied with a rate of 0, 30, 60, 100, 150, 200 and 250 kg per hectare. Urea was applied three times: one third as a basal dressing, one third was applied at tillering stage and the rest at primordial stage. Twenty one-day old IR-5 rice seedlings were used, planted three seedlings per hill at 25 to 25 cm plant spacing.

Plant height and tiller number were recorded in the course of the experiment. Samples were taken at maturing stage for determining yields, yield components of the rice plant and chemical analyses. To separate the filled grains from the empty grains, the sodium chloride solution method with specific gravity of 1.06 was used. In this solution, the filled grains sank down and the empty grains remained above. Soil samples were taken before fertilizer applications for analyzing pH, total P, available P and exchangeable K. Irrigation water was taken one time before the experiment for determining pH and exchangeable K. The Kjeldahl method (7) was used to analyse the nitrogen content of the grain and straw, while the potassium content in the grain, straw, soil and irrigation water was determined by the flame-photo-metric method. The phosphorus content in the grain and the straw were measured by Spectro Photometer (7), while in the soil was determined by Bray-II method (4).

### RESULTS AND DISCUSSION

The red yellow podzolic soil in Tamansari, Lampung is located about 5 km from Tamanbogo Substation. It was a newly opened area, which formerly covered with alang-alang (*Imperata cylindrica*). The first crop was cassava without fertilizer application. The experiment started after the cassava was harvested.

Table 1 shows that during the first experiment, the soil was very low in available phosphate. Most of the rice plants in the 0, 30 and 60 kg  $P_2O_5$  plots died before the panicle emerged and the other plots were stunted. The rice plants in the non-P treatments of the second and the third experiments were very poor growth and no panicle was produced (Table 2) due to the lack of phosphorus.

<sup>1</sup>Masing-masing Ajun Peneliti dan Teknisi Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

Table 1. Soil and irrigation water chemical analyses as affected by seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

Soil Analysis	Wet season 1974/75	Dry season 1975	Wet season 1975/76	Irrigation water
pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	5.7	5.3	5.0	7.0
Total P, Bray II (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g dry soil).	64.8	a	a	a
Available P, Bray II (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g dry soil).	0.57	0.74	6.00	a
Exchangeable K (ppm)	4.8	a	a	3.0

<sup>a</sup>Not determined, because all plants died.

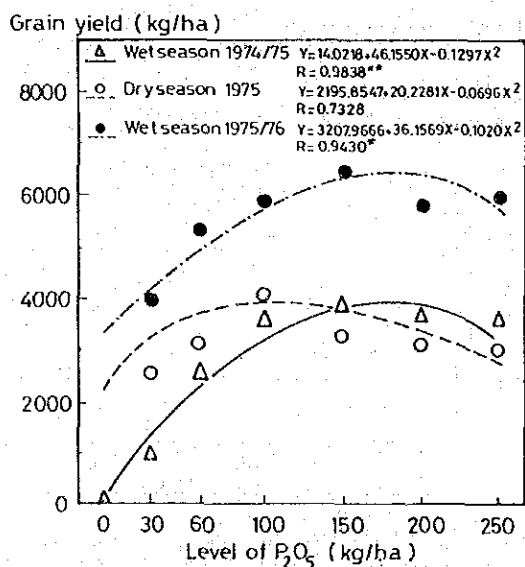


Figure 1. Effect of phosphate applications on the yield during three successive seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

Although the available phosphorus increased by seasons, the rice plants could not grow without the phosphorus supplied from fertilizer. Nevertheless, the rice plants grew rapidly in a high phosphorus application. It means that the higher the phosphate application, the shorter the age of the rice plants and the earlier they could be harvested.

Figure 1 shows that increasing the phosphate fertilizer did not always increase the yield.

The maximum levels of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the first, the second and the third experiment were 178 kg/ha, 145 kg/ha and 177 kg/ha yielded 4120 kg, 3666 kg and 6412 kg grain per ha respectively. It means that the maximum level of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for a red yellow podzolic soil in Lampung was 178 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha in the wet season and 145 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha in the dry season. The yield in the third season was higher than the first and the second seasons, because of the higher yield components in the third

Table 2. Relationship between the phosphorus levels and the age of the rice plant during three successive seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> level (kg/ha)	Maturity (days)		
	Wet season 1974/75	Dry season 1975	Wet season 1975/76
0	170	a	a
30	150	144	138
60-250	142	135	133

<sup>a</sup>All plants died before bearing panicle.

P content (%) in grain

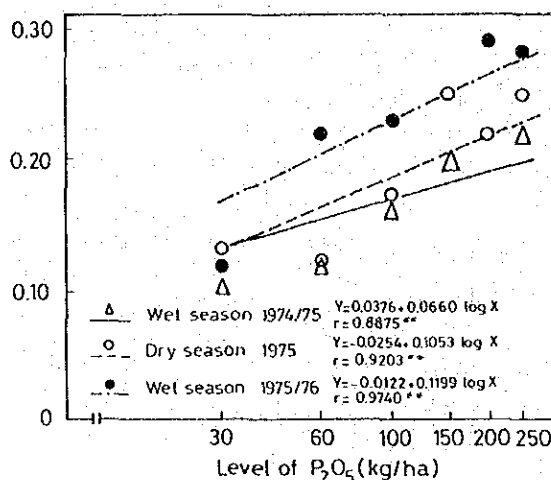


Figure 2. Changes in the phosphorus content of grain as affected by seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

season, namely, the panicle number per m<sup>2</sup>, the number of spikelets per panicle and the percentage of filled grains as shown in Table 3. The other reason was that the availability of phosphorus in the soil of the third season reached 6 mg/100 g dry soil. In this condition the grain yield will be maximum. This is in agreement with the finding of Komoto (2) who stated that the critical level of available phosphorus in the soil above which phosphate can not act on the rice plant to increase rice yield, is 5-6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per 100 g dry soil.

The successive seasons affected the phosphorus content either in the grain or in the straw (Figure 2 and 3). Among the various reasons that the phosphorus content in the third season was the highest were the successive cultivation and phosphate application with a good irrigation system and the accumulation of residual phosphates applied during three seasons. A submerged condition increases the soil pH from a low to a higher pH. When the pH of the soil increases close to neutral, the availability of most nutrients including phosphate in the soil will increase (2). Moreover, flooding also changes the ferric phosphate form into ferrous phosphate. At the same time the phosphate ions were released into the soil

Table 3. The effect of increasing rates of  $P_2O_5$  on the yield components of IR-5 during three successive seasons. Tamansari, Lampung, wet season 1974/75 (I), dry season 1975 (II) and wet season 1975/76 (III).

$P_2O_5$ level (kg/ha)	Panicle number per m <sup>2</sup>			Number of spikelets per panicle			Filled grains (%)			Weight of 1000 kernels (g)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	3	a	a	52	a	a	66	a	a	23.3	a	a
30	178	183	250	44	54	94	65	61	77	26.9	23.8	23.6
60	207	230	254	62	92	135	63	66	70	27.4	24.4	24.9
100	211	232	257	91	109	136	63	68	72	27.4	25.4	23.9
150	211	216	261	94	105	129	65	63	76	27.5	25.2	25.3
200	236	215	278	79	104	146	63	66	71	27.2	25.2	24.4
250	213	219	267	88	101	141	61	57	76	27.5	25.6	24.1

<sup>a</sup>Not determined, because all plants died.

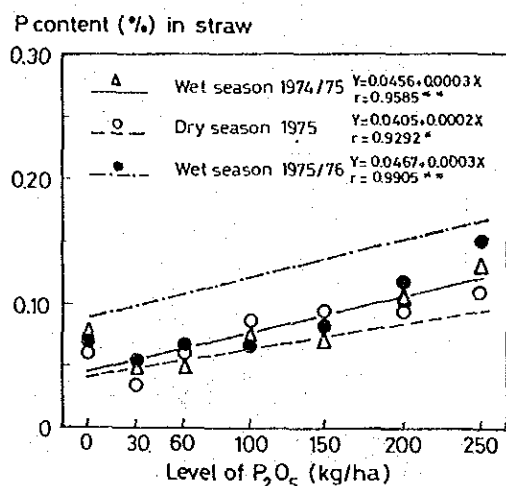


Figure 3. Changes in the phosphorus content of straw as affected by seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

solution and increase their availability in soil. The longer the flooding condition existed the more phosphorus was available. Briefly, the phosphorus absorbed by the rice plants in the third season was the highest compared to the other ones.

Figure 4 indicates that the utilization ratio of P increased in the successive seasons, and did not always correlate with the phosphate application increase. It also indicates that the phosphate efficiency does not always increase although the rates of phosphate was increased.

There is a close relationship between nitrogen, phosphorus and potassium (3). The nitrogen absorption will also increase due to the increasing rate of  $P_2O_5$ , up to 100 kg per ha (Table 4). It seems that the N uptake above 100 kg  $P_2O_5$  per ha was not affected by the  $P_2O_5$  level, but more affected by other factors. At that level the rice plant needs more nitrogen from the soil because it was estimated that 120 kg N per ha was not sufficient to support the  $P_2O_5$  level. Above 100 kg  $P_2O_5$  treatment, nitrogen uptake decreased equally with the K uptake

Table 4. Effect of increasing rate of phosphate during three successive seasons on total nitrogen uptake by the rice plant. Tamansari, Lampung, 1974-76.

$P_2O_5$ level (kg/ha)	Total nitrogen uptake (kg/ha)		
	Wet season 1974/75	Dry season 1975	Wet season 1975/76
0	1	1	—
30	49	57	101
60	88	132	132
100	148	175	152
150	145	132	143
200	144	133	150
250	138	126	139

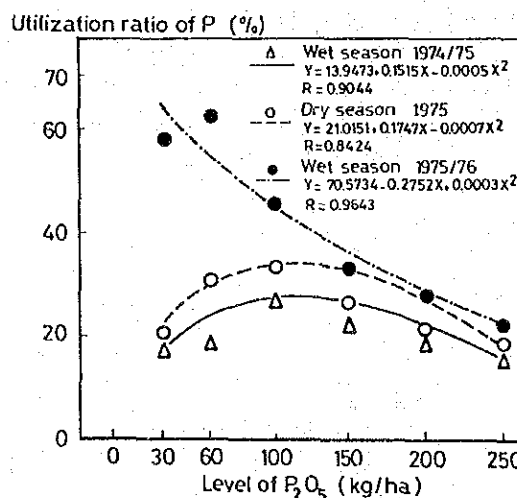


Figure 4. Effect of increasing rate of  $P_2O_5$  on the P utilization ratio during three successive seasons. Tamansari, Lampung, 1974-76.

(Figure 5). This was in agreement with the finding of another writer (1), that potassium took part in the use of inorganic compounds: amino acids and proteins. It was explained that potassium worked as an enzyme activator as the protein synthesis occurred. In the rice plant there is a selective mechanism to absorb nutrients. This evidence induced a decreasing of nitrogen absorption at the first, the second and the third season at a level above 100 kg  $P_2O_5$  per ha. It means that at those levels of  $P_2O_5$ , the nitrogen and potassium were not in proportional. Therefore, the higher the P residue in this red yellow podzolic soil, the higher the need for supplying other nutrients.

From the experimental results can be concluded that the successive phosphate applications were beneficial to increase the phosphate content both in the grain as well as in the straw. The utilization of P was also increase, but the phosphate efficiency did not always correlate with the increasing rates of phosphate application. The N uptake increased with the season at a

Total K uptake (kg/ha)

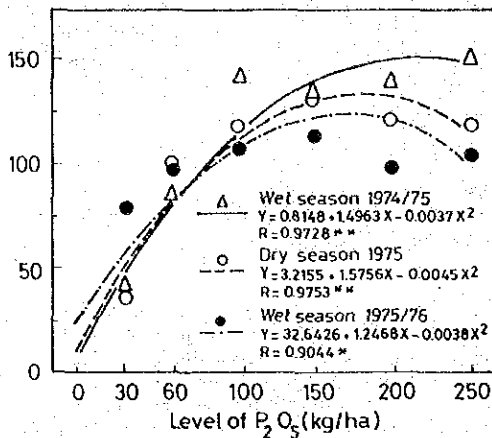


Figure 5. Effect of increasing rate of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> during three successive seasons on the total uptake of K. Tamansari, Lampung, 1974-76.

low level of phosphate, while at a high level of phosphate the N uptake seemed to be affected by potassium. On the other hand, the K uptake decreased with the seasons at a high level of phosphate where the phosphorus efficiency began to decrease. The increasing residual effect of phosphorus in the soil implies that the nitrogen and potassium supply should be increased to enable the rice plant to utilize more of the phosphate application.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors like to express their sincerest gratitude to Ir. M. Ismunadjit and Ir. Soetjipto Ph. for their suggestion, Mr. Lukman Noh Hakim, B.Sc., Head of the laboratory of the subdivision of Plant Nutrition, and his staffs, to Mr. J. Martin, Head of Tamanbogo Substation, Lampung, and his staffs, for their kind assistance. Thanks also to Mrs. Janice Bersten for the English corrections of the manuscript.

## REFERENCES

1. Anonymous. 1976. Potash and the plant. In: Potash for agriculture. Societe Commerciale des Potasses et de L'Azote, 2 place du General de Gaulle 68100 mulhouse, France, p. 17-20.
2. Briones, A.A. 1971. Some chemical properties of the soil. Second IRRI Workshop on Field Experimentation, p. 1-8.
3. Buckman, O.H., and N.C. Brady. 1974. The nature and properties of soils. Eurasia Publishing House (Pot) Ltd. Ram Nagar, New Delhi, 653 p.
4. Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., p. 159-62.
5. Komoto, Y. 1971. Growth and yield of rice plants in low phosphorus soils. In: JARQ 6(2): 63-7 Trop. Agri. Res. Cen., Tokyo, Japan.
6. Sisdiyati, R. 1975. The effect of phosphatic fertilizers on lowland rice in two different locations. CRIA Seminar, March 21, 1975 Bogor, 11 P. (Mimeograph).
7. Yoshida, S., D.A. Forno, I.H. Sosk, and K.A. Gomez. 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI, Los Banos, Philippines, 70 p.

### Hubungan antara Kadar Amilosa Beras dengan Rasa Nasi

Suwarno, A.B. Surono dan Z. Harahap<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Relationship between amylose content and eating quality of rice. Milled rice (*Oryza sativa* L.) samples of 200 lines were analyzed for their amylose content using Iodine colorimetry method. Their eating quality was tested through pannel. Linear regression technique was used to determine the relationship between the amylose content and the eating quality. The amylose content was closely correlated to the eating quality ( $r = 0,744^{**}$ ). The relationship follows the equation  $Y = -2,46 + 0,21 X$ , where X is the percent amylose content and Y is the eating quality score. All lines with amylose content less than 23% have good or medium eating quality. Therefore, the amylose content of 23% is suggested to be the upper limit for selecting lines with good or medium eating quality.

<sup>1</sup>Masing-masing Staf Pemuliaan Padi, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

SEJAK tahun 1973 hama wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) merupakan masalah utama dalam usaha stabilitas dan peningkatan produksi padi (*Oryza sativa* L.) di Indonesia. Untuk mengatasi masalah ini telah diusahakan varietas-varietas tahan terhadap hama wereng yang sebagian besar merupakan varietas introduksi dari IRRI. Varietas-varietas tersebut ternyata memiliki rasa nasi yang kurang disenangi oleh sebagian besar konsumen di Indonesia. Hal ini menjadi penghambat dalam usaha penyebaran varietas-varietas unggul tahan wereng asal introduksi, terutama di daerah-daerah yang petaninya masih mengutamakan rasa nasi enak.

Program pemuliaan padi waktu ini diarahkan untuk mendapatkan varietas unggul yang selain tahan terhadap wereng coklat juga mempunyai rasa nasi enak. Kesulitan dalam seleksi rasa nasi adalah analisisnya yang tidak dapat dilakukan dengan cepat sedang jumlah

galur yang harus diseleksi setiap musim sangat banyak. Oleh sebab itu perlu didapatkan suatu metoda yang lebih praktis dan dapat dipercaya untuk seleksi tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rasa nasi antara lain: kadar amilosa, suhu gelatinisasi, gel konsistensi, warna dan bentuk beras serta aroma (5, 7, 8). Di antara faktor-faktor diatas, kadar amilosa merupakan faktor yang terpenting. IRR1 (3) melaporkan bahwa kadar amilosa merupakan sifat yang paling baik menggambarkan rasa nasi. Selanjutnya Juliano (6, 7) menyatakan bahwa rasa nasi lebih banyak ditentukan oleh kadar amilosa daripada sifat-sifat fisik lainnya seperti suhu gelatinisasi dan gel konsistensi.

Berdasarkan kadar amilosanya, varietas padi dapat diklasifikasikan menjadi lima golongan yaitu: ketan, berkadar amilosa sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi (Tabel 1). Beras yang berkadar amilosa rendah bila dimasak tidak mengembang, nasinya lengket, mengkilat dan tetap menggumpal setelah dingin. Sedang beras yang berkadar amilosa tinggi bila dimasak mengembang, nasinya tidak lengket, tidak menggumpal dan setelah dingin mengeras (8).

Orang dari negara yang berbeda memiliki selera rasa nasi yang berbeda pula (1, 6, 8). Beras ketan dan yang berkadar amilosa rendah misalnya, sangat disenangi oleh orang-orang Korea, Laos dan Jepang. Beras dengan kadar amilosa sedang disenangi oleh orang-orang Indonesia, Filipina, Malaysia dan Thailand. Sedang orang-orang dari Burma, Vietnam dan India menyukai beras yang berkadar amilosa tinggi. Dengan demikian untuk mendapatkan varietas yang mempunyai rasa nasi enak atau disenangi perlu diketahui lebih dahulu secara pasti selera dari masyarakat setempat dimana varietas tersebut akan dianjurkan.

Tulisan ini bertujuan untuk mempelajari hubungan antara kadar amilosa beras dengan rasa nasi, menurut selera orang Indonesia, dan menentukan batas-batas kadar amilosa yang memberikan rasa nasi enak di Indonesia. Hal ini sangat penting artinya terutama untuk keperluan seleksi galur-galur dalam program pemuliaan di Indonesia.

## BAHAN DAN METODA

Untuk mempelajari hubungan antara kadar amilosa dengan rasa nasi digunakan data hasil analisa mutu beras dan rasa nasi dari 200 galur padi. Galur-galur ini berasal dari generasi lanjut dan sedang dalam tahap observasi pada program pemuliaan padi di LP3. Analisa mutu beras dilakukan di laboratorium Bagian Pemuliaan, dari bulan Januari sampai dengan bulan Februari 1980.

### Analisa kadar Amilosa

Analisa kadar amilosa dilakukan dengan metoda kolorimetri yodida (Iodine colorimetry method). Contoh masing-masing sebanyak 10 biji beras putih ditumbuk dengan mesin penghumbuk. Sebanyak 100 mg tepung beras tersebut dimasukkan dalam labu takar 100 ml kemudian diberi 1 ml alkohol 95% dan 9 ml NaOH 1N. Labu takar ini kemudian diletakkan dalam bak air pemanas bersuhu 100°C selama

Tabel 1. Klasifikasi varietas padi berdasar kadar amilosanya<sup>a</sup>.

Golongan varietas (Tipe kadar amilosa)	Kadar amilosa (%)
Ketan	0 — 2
Sangat rendah	3 — 9
Rendah	10 — 19
Sedang	20 — 24
Tinggi	25 — 30

<sup>a</sup>Sumber: IRR1 (4).

10 menit. Setelah didinginkan pada suhu kamar selama 1 jam, kedalam labu takar ditambahkan air sampai tanda tera. Dari larutan ini diambil 5 ml, dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, diberi 1 ml CH<sub>3</sub>COOH 1N dan 2 ml I, 2% lalu diencerkan sampai tanda tera. Nilai penyerapan cahayanya larutan ini kemudian diukur dengan spektrofotometer. Kadar amilosa contoh ditentukan berdasarkan kurva standar yang menunjukkan hubungan antara nilai penyerapan cahaya dengan konsentrasi amilosa.

### Rasa Nasi

Sebanyak 200 g beras dari setiap galur dimasak dengan 300 ml air dalam penanak nasi. Pengujian secara panel dilakukan dengan membagikan nasi yang telah didinginkan kepada 15 orang staf dan meminta mereka untuk merasakan serta menilai rasa nasinya. Nilai diberikan dari 1 sampai 5. Nilai 1 enak sekali, 2 enak, 3 sedang, 4 kurang enak dan 5 tidak enak.

Data yang digunakan dalam analisa statistik adalah rata-rata nilai yang diberikan oleh 15 orang staf tersebut.

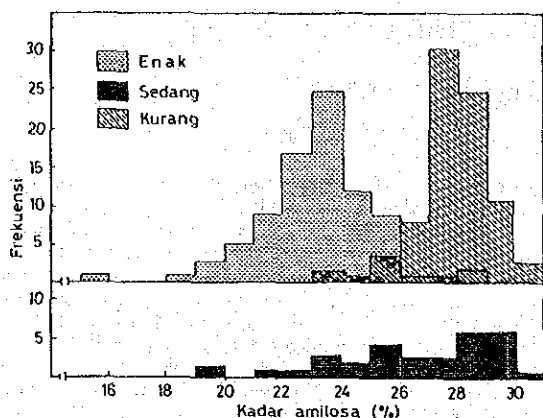
Pengujian rasa nasi ini tidak dapat dilakukan serentak karena terbatasnya kapasitas penanak nasi. Untuk mengurangi kesalahan subyektif, Pelita I-1 dan IR 36 yang masing-masing mempunyai rasa nasi enak dan kurang enak, digunakan sebagai kontrol pada setiap pengujian.

### Analisa Data

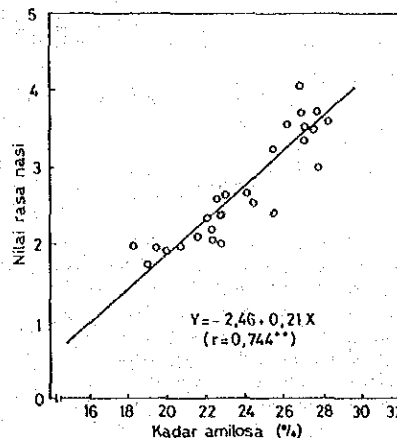
Analisa regresi linier diterapkan untuk mengetahui hubungan antara kadar amilosa dengan rasa nasi serta keceratan dari hubungan tersebut. Sedang untuk menentukan batas-batas kadar amilosa untuk keperluan seleksi, sebaran kadar amilosa dari masing-masing kelompok rasa nasi dipelajari.

## HASIL

Kadar amilosa contoh-contoh beras tersebut menyebarkan dari 15,6% sampai dengan 30,7% dengan rata-rata 25,5%. Sedang nilai rasa nasinya menyebarkan dari 1,7 sampai 4,2 dengan rata-rata 2,9. Setelah dianalisa dengan regresi linier ternyata kadar amilosa mempunyai hubungan yang erat dengan rasa nasi yang dicerminkan oleh nilai koefisien korelasi ( $r = 0,744$ ) yang nyata pada taraf 0,01. Sedang hubungan antara kedua sifat tersebut dapat dirumuskan dengan  $Y = -2,46 + 0,21 X$ , dimana X adalah kadar amilosa dalam persen dan Y adalah nilai rasa nasi (Gambar 1). Koefisien korelasi yang nyata tersebut menunjukkan bahwa kadar amilosa merupakan parameter yang cukup baik untuk menduga rasa nasi.



Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar amilosa beras dengan rasa nasi.



Gambar 2. Sebaran kadar amilosa dari masing-masing kelompok rasa nasi.

Di antara 200 galur tersebut terdapat 86 galur berasa nasi enak, 32 galur berasa nasi sedang dan 82 galur berasa nasi kurang enak. Masing-masing kelompok rasa nasi memiliki rata-rata kadar amilosa 22,8%, 26,3%, dan 27,7% (Tabel 2). Adapun sebaran kadar amilosa dari masing-masing kelompok rasa nasi dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sebaran kadar amilosa dari kelompok-kelompok rasa nasi saling berpotongan atau menutupi satu sama lain.

Kelompok rasa nasi enak dan kurang mempunyai sebaran kadar amilosa yang lebih kurang normal dan saling berpotongan (overlap). Sedang kelompok rasa nasi sedang ternyata mempunyai daerah sebaran kadar amilosa yang sangat lebar bahkan menutupi seluruh daerah sebaran kadar amilosa dari kelompok rasa nasi kurang. Sebaran kadar amilosa yang saling menutupi ini menunjukkan bahwa rasa nasi tidak hanya ditentukan oleh kadar amilosa. Meskipun demikian terlihat bahwa tidak ada galur yang berkadar amilosa kurang dari 23% memiliki rasa nasi kurang enak bahkan kebanyakan galur yang berkadar amilosa kurang dari 25% mempunyai rasa nasi enak atau sedang.

### PEMBAHASAN

Uji rasa nasi tidak dapat dilakukan dengan cepat. Sementara itu beribu-ribu galur harus diuji setiap musim untuk keperluan seleksi dalam program pemuliaan padi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar amilosa yang dapat dianalisa dengan cepat mempunyai hubungan yang erat dengan rasa nasi. Ini menunjukkan bahwa kadar amilosa dapat digunakan sebagai kriteria dalam seleksi rasa nasi. Lebih jauh hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada galur yang berkadar amilosa kurang dari 23% mempunyai rasa nasi kurang enak. Semua galur tersebut mempunyai rasa nasi enak atau sedang. Oleh sebab itu kadar amilosa 23% dapat digunakan sebagai batas tertinggi untuk seleksi rasa nasi enak atau sedang dalam program pemuliaan.

Tabel 2. Jumlah galur padi serta kadar amilosanya dalam kelompok berdasarkan rasa nasi.

Rasa Nasi	Jumlah galur	Kadar amilosa (%)		
		Min.	Maks.	Rata-rata
Enak	86	15,4	29,1	22,8
Sedang	32	19,0	30,7	26,3
Kurang enak	82	23,1	30,1	27,7

Sebaran kadar amilosa dari kelompok-kelompok rasa nasi ternyata saling berpotongan. Ini dapat disebabkan oleh uji rasa nasi yang tidak dapat dilakukan dengan serentak dan/atau adanya faktor-faktor lain seperti suhu gelatinisasi, gel konsistensi dan aroma yang juga mempengaruhi rasa nasi. Penelitian lebih lanjut disarankan agar mencakup faktor-faktor lain yang mempengaruhi rasa nasi tersebut, hingga akan diperoleh kriteria seleksi yang lebih akurat.

### PUSTAKA

1. IRRI 1967. Cereal chemistry. p. 47-58. In IRRI Annual Report for 1966. IRRI, Los Banos.
2. ——— 1968. Cereal chemistry. p. 43-58. In IRRI Annual Report for 1967. IRRI, Los Banos.
3. ——— 1971. Chemistry. p. 9-20. In IRRI Annual Report for 1970. IRRI, Los Banos.
4. ——— 1976. Standard evaluation system for rice. IRRI, Los Banos, 64 p.
5. ——— 1977. Grain quality. p. 27-35. In IRRI Annual Report for 1976. IRRI, Los Banos.
6. Jullano, B.O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. p. 389-405. In IRRI Rice Breeding, Los Banos.
7. ——— 1979. The chemical basis of rice grain quality. p. 69-90. In Proc. Workshop. Chemical Aspects of Rice Grain Quality. IRRI, Los Banos.
8. Khush, G.S., C.M. Paule, and N.M. De La Cruz. 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. p. 21-31. In Proc. Workshop. Chemical Aspects of Rice Grain Quality. IRRI, Los Banos.

## Pembelahan Umbi Bibit Kentang

Surachmat Kusumo, Syarifuddin, dan Suryadi<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Cutting Seed Potato Tuber (Solanum tuberosum, L.) var. Cosima.* Tuber cutting before and after sprouting with each components of whole seed (30 g) and cut seeds of 60/2, 90/3 and 120/4 grams were planted with the same distance to study the effects on yield. There were no significant differences among the treatments on yield, defective tubers and average size of tubers. There were no effects on tuber production between tuber cutting before and after sprouting. Cut seed of 60/2 produced higher total number of tubers and number of small seed tubers (< 25-35 g). Production of larger seed tubers (35- > 60 g) were not affected by the treatments.

**P**RODUSEN bibit kentang menginginkan produksi umbi ukuran 25-45 gram lebih banyak pada hasil panennya yang biasanya hanya sekitar 30%. Beberapa usaha (2, 3) telah dicoba yang dapat menaikkan jumlah umbi ukuran bibit sampai kira-kira 50%, tetapi masalahnya umbi besar selalu dihasilkan, di samping bibit impor yang berukuran besar yang seharusnya dibelah. Harga bibit impor ukuran besar lebih murah dari pada yang berukuran kecil. Sehingga pembelahan umbi bibit di samping menghemat jumlah penggunaan bibit juga mengurangi harga bibit terutama bibit impor.

Percobaan pembelahan bibit varietas Desiree (5, 6, 7) belum memperoleh cara yang dapat dianjurkan karena selalu didapat penurunan hasil. Pada varietas Rapan 106 (4) menunjukkan harapan bahwa produksi umbi ukuran bibit dari bibit utuh maupun dibelah dua tidak berbeda nyata.

Dalam percobaan ini cara pembelahan diperbaiki dan diperbandingkan waktu pembelahannya, sebelum dan sesudah umbi bertunas pada varietas Cosima, salah satu varietas impor yang banyak ditanam dan berumbi besar.

### BAHAN DAN METODA

Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Margahayu Lembang (1200 m) bulan Pebruari-Mei, 1981. Varietas kentang yang digunakan adalah Cosima. Umbi bibit terdiri dari umbi utuh 30 g, umbi 60 g dibelah 2, umbi 90 g dibelah 3 dan umbi 120 g dibelah 4 sehingga besar bibit rata-rata 30 g. Menurut percobaan terdahulu (1, 4) bahwa penggunaan bibit 30 gram lebih menguntungkan dari pada bibit yang lebih besar. Pembelahan umbi setengahnya dilakukan sebelum bertunas kira-kira sebulan sesudah panen, dan setengahnya lagi sesudah bertunas pada waktu panjang tunas  $\pm$  0,5 cm. Pembelahan dilakukan dengan pisau tajam yang sering dicelupkan dalam alkohol 70%. Permukaan belahan disentuh pada 2,5% fungisida Delxene dalam abu sekam. Bibit belah diletakkan di rak

<sup>1</sup>Masing-masing Peneliti Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, Asisten Peneliti, dan Teknisi Balai Penelitian Tanaman Pangan Lembang.

bibit dalam suhu ruang sampai kering benar. Sesudah semua bibit bertunas  $\pm$  1 cm baru siap ditanam.

Rancangan percobaan adalah Acak terpisah dengan waktu pembelahan: sebelum (B) dan sesudah (S) bertunas sebagai petak utama dan bibit: 1. utuh (30 g), 2. belah 2 (60/2 g), 3. belah 3 (90/3 g) dan 4. belah 4 (120/4 g) sebagai anak petak, dengan 4 ulangan. Ukuran petak 4 x 2,5 m<sup>2</sup>, jarak tanam 80 x 25 cm jadi terdapat 50 tanaman tiap petak. Pemupukan dilakukan pada waktu tanam dengan pupuk domba 20 ton/ha, pupuk NPK (15 - 15 - 15) 1 ton/ha dan nematisida Furadan 90 kg/ha. Insektisida Orthane 0,1% dan fungisida Dithane M-45 0,2% disemprotkan seminggu sekali.

Tanaman dipotong pada umur 88 hari dan umbi dipanen dua minggu kemudian. Besar umbi dinyatakan dengan beratnya. Rata-rata berat umbi dihitung dari berat umbi total/petak dibagi dengan jumlah umbi/petak. Sesudah umbi ditimbang dan dihitung tiap petak kemudian dipilih yang baik untuk bibit yaitu yang bersih dari serangan hama dan penyakit dan dipisahkan menurut besarnya dari yang kurang dari 25 gram, 25-35 g, 35-40 g, 45-60 g dan yang lebih besar dari 60 g.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi umbi tiap petak tidak berbeda nyata antara perlakuan (Tabel 1), yang menunjukkan bahwa umbi bibit yang dibelah sampai 4 dengan berat belahan yang bersamaan sebelum atau sesudah bertunas tidak menurunkan produksi. Hasil ini berlainan dengan hasil percobaan terdahulu (5, 6, 7) pada varietas Desiree yang selalu didapat penurunan produksi dengan populasi tanaman yang sama. Perbedaan ini disebabkan karena dalam percobaan ini menggunakan varietas Cosima dan cara pembelahannya berbeda.

Data tentang umbi yang rusak dan rata-rata berat per umbi yang dihasilkan juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan. Umbi yang rusak di sini kebanyakan yang diserang oleh orong-orong (*Gryllotalpa hisuta*) sehingga umbinya berlubang-lubang, kering tetapi tidak busuk. Umbi ini masih dapat dimanfaatkan pada bagian yang tidak berlubang, dibelah untuk bibit atau untuk konsumsi. Rata-rata berat per umbi adalah 63 gram yang termasuk ukuran besar untuk bibit.

Tabel 1. Produksi umbi, umbi yang rusak dan berat per umbi.

Perlakuan	Produksi umbi (kg/petak <sup>a</sup> )	Umbi rusak kg/petak	Berat per umbi (g)
B			
1 Utuh	14,45	6,47	64,57
2 Belah 2	15,10	6,32	65,47
3 Belah 3	14,00	5,45	63,12
4 Belah 4	14,17	5,42	74,12
S			
1 Utuh	15,25	5,65	65,12
2 Belah 2	14,92	6,87	55,75
3 Belah 3	14,00	6,20	57,47
4 Belah 4	14,37	5,22	62,87
BNI: 0,05	tn	tn	tn



Tabel 2. Jumlah umbi dan jumlah umbi bibit per petak.

Perlakuan	Total	< 25 g	25 - 35 g	35 - 45 g	45 - 60 g	> 60 g
1	229,75 ab	36,25 b	25,50 b	19,12 a	22,62 a	22,62 a
2	250,38 a	34,75 b	27,00 b	21,87 a	26,00 a	24,12 a
3	233,25 ab	24,37 a	21,00 a	19,37 a	21,37 a	23,50 a
4	210,75 b	22,37 a	17,50 a	20,50 a	23,50 a	28,00 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05.

Jumlah umbi per petak (Tabel 2) tertinggi dihasilkan dari bibit belah 2, sedangkan yang terendah dari bibit belah 4 tetapi tidak berbeda nyata dengan dari bibit utuh. Jumlah umbi yang kurang dari 25 gram lebih banyak dihasilkan dari umbi utuh dan belah 2 dari pada yang dari belah 3 dan 4. Ukuran umbi ini tidak dianjurkan untuk bibit karena bercenderung mengandung virus kecuali bila diketahui benar berasal dari pertanaman yang sehat. Umbi ukuran 25-35 g termasuk bibit kecil yang disenangi oleh petani. Di sini dihasilkan juga lebih banyak dari bibit utuh dan belah 2 dari pada dari yang belah 3 dan 4. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh jumlah tunas yang berbeda. Umbi bibit yang baik ditinjau dari kesehatan dan produksi yang dihasilkannya adalah ukuran 35-45 g dan 45-60 g. Di sini umbi bibit ukuran ini, demikian juga yang lebih besar dari 60 g tidak berbeda nyata di antara perlakuan.

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa waktu dilakukannya pembelahan sebelum atau sesudah umbi bertunas tidak berpengaruh terhadap umbi yang dihasilkannya. Pertimbangan dalam membandingkan waktu pembelahan ini adalah bahwa pada beberapa varietas, pertunasan terbatas pada mata-mata bagian umbi yang letaknya di atas (apical dominant). Karena harus memilih bagian yang akan dibelah, supaya tiap belahan mempunyai tunas, maka hasil belahan tidak bersamaan besarnya. Sedangkan pembelahan sebelum bertunas lebih cepat dan hasil belahan bersamaan besarnya, di samping itu permukaan belahan lebih lama mengering dan lebih kuat. Pada pembelahan sebelum umbi bertunas ada belahan yang tidak bertunas tetapi

jumlahnya sedikit dan dapat diabaikan.

Jadi dari hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa umbi bibit varietas Cosima dapat dibelah 2 sampai 4 yang bersamaan beratnya sebelum atau sesudah bertunas ditanam dengan jarak yang sama tidak mengurangi produksi.

#### PENGHARGAAN

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Saudara Sukemi yang telah banyak membantu pelaksanaan percobaan ini.

#### PUSTAKA

1. Beukema, H.P. 1976. Potato Production: International Course on Potato Production. IAC Wageningen 87 pp.
2. Kusumo, S. dan Hikmat S. 1980. Percobaan mematican tanaman kentang untuk produksi bibit. Bull. Penel. Hort. 8 (1): 25-8.
3. ——— et al. 1979. Pengaruh penyemprotan 2 - cepa pada tanaman kentang terhadap besar umbi untuk bibit. Bull. Penel. Hort. 7 (6): 3-11.
4. ———. 1980. Pengaruh ukuran dan pembelahan umbi bibit terhadap produksi kentang (Rapan 106). Bull. Penel. Hort. 8 (1): 19-23.
5. Sunarjo, H. dan S. Sahat. 1973. Kemungkinan perlakuan dengan Dithane M - 45 pada umbi bibit-belah kentang. Bull. Penel. Hort. 1 (3): 36-43.
6. ——— dan S. Sahat. 1975. Pengaruh umbi belah dan kepadatan tanam pada kentang terhadap hasil bibit. Bull. Penel. Hort. 3 (2): 22-9.
7. Sahat, S. dan H. Sunarjo. 1978. Tinjauan kembali pengaruh pembelahan bibit dan jumlah populasi tanaman terhadap umbi bibit pada tanaman kentang. Bull. Penel. Hort. 6 (1): 3-11.

## Effect of Temperature with Different Incubation Periods on Infection of Corn with *Peronosclerospora maydis*

Masdiar Bustaman<sup>1</sup> and Takashi Kimigafukuro<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Pengaruh Suhu dengan Berbagai Periode Inkubasi terhadap Serangan *Peronosclerospora maydis* Pada Jagung. Pengaruh Suhu dengan berbagai periode inkubasi terhadap serangan *Peronosclerospora maydis* pada bibit jagung stadia 3 helai daun telah dipelajari dengan cara inokulasi pada helai daun dan daun kecambah. Batasan suhu untuk menampilkan gejala lokal, dengan inokulasi pada helai daun adalah 15 - 30° C dalam masa inkubasi ½ - 6 jam. Suhu yang diperlukan untuk menghasilkan gejala sistemik dengan inokulasi daun kecambah adalah juga 15 - 30° C, dalam waktu inkubasi 6 jam (suhu optimum dalam inkubasi 6 jam adalah 30° C). Dari daun yang sedang tumbuh, ternyata daun yang termuda lebih peka terhadap serangan, dan gejala sistemik muncul dalam 9 - 20 hari setelah inokulasi.

**D**OWNY MILDEW caused by the genus *Peronosclerospora* is a serious disease of corn in Southeast Asia. In most areas in Indonesia, the disease is caused by *P. maydis*, and in North Sulawesi it was reported to be caused by *P. philippinensis* (3, 9).

*P. maydis* in Indonesia was first described in 1897 under the name of *Peronospora maydis* Racib, and later changed to *Sclerospora maydis* (Racib) Butler (7). Recently the species was renamed *Peronosclerospora maydis* (Racib.) C.G. Shaw (8).

Factors affecting infection with downy mildew disease such as temperature, dew, etc. have been studied using *P. philippinensis*, *P. sorghi*, and *P. sacchari* (1, 2, 4). However, there are only a few reports on the effect of environmental factors on the infection with *P. maydis*, which is distributed only in Indonesia (3, 5, 9).

The purpose of the present experiment is to determine the effect of temperature with different incubation periods after inoculation of *P. maydis* to corn seedlings, using 3 kinds of inoculation methods.

The experiment was carried out at the Tropical Agriculture Research Center, Japan, under the Japan-Indonesia Joint Food Crops Research Program.

### MATERIALS AND METHODS

#### Isolate and Test Plant

The isolate of *Peronosclerospora maydis* (Racib.) C.G. Shaw used throughout the experiment was collected from the corn field of the Central Research Institute for Agriculture, Bogor, Indonesia in 1974, and kept in a glass house in Japan by serial inoculation.

<sup>1</sup>Central Research Institute for Food Crops, Bogor, Indonesia.  
<sup>2</sup>Tropical Agricultural Research Center, Japan.

Healthy seedlings of the corn cultivar Golden Cross Bantam at the 3-leaf stage (one-week-old, 3rd leaf not fully developed) were used as the test plants. The cultivar is susceptible to the disease.

#### Preparation of Inoculum

To prepare the inoculum the method of Kimigafukuro and Leu (6) was usually adopted. Infected leaves of plants with systemic symptoms were collected from the glass house at 4.00 p.m. The leaves were rinsed in tap water using a small paint brush to remove both old conidia and conidiophores. They were then cut into pieces 10 cm long and water drops on the leaf surface were removed with a wet cloth. The leaf blades were then fixed on the lid of a plastic case (10 x 5 cm and 2 cm deep), containing a layer of 2% water agar at the bottom. They were then covered with a wet plastic bag to maintain the humidity and incubated at 21°C. They were removed from the incubator at 9.00 a.m. on the next day. The conidia which were deposited on the agar surface in the plastic case were then used as inoculum and checked to confirm the absence of germination.

#### Inoculation Methods

##### Leaf-blade inoculation method, using agar blocks

The agar layer with conidia (see "Preparation of Inoculum") was cut into small blocks (0.5 cm square). After a small drop of distilled water containing a trace of Tween 20 was applied on the leaf surface of the seedlings, the agar block was placed on the water drop by turning the agar block upside down, so that the agar surface with conidia was in close contact with the leaf surface. One piece of agar block per leaf was used.

To determine the conidium density for each piece of agar block, conidium suspension was prepared as follows: Five pieces of agar block from the same plastic case were placed into a test tube containing 5 ml distilled water. The test tube was gently shaken until the conidia were released from the agar blocks and then the conidium density was determined under a light microscope using a haemocytometer.

##### Leaf-blade inoculation method, using paper pieces

Conidium suspension was prepared as follows: Five ml distilled water containing a trace of Tween 20 was added to a layer of agar in the plastic case as described in the section "Preparation of inoculum". The case was gently shaken until the conidia were released from the agar surface.

In the conidium suspension thus obtained, filter-paper pieces (10 mm square) were dipped for 5 minutes. These paper pieces were placed in the center of the leaf blade of corn seedlings, one piece per leaf/blade. The concentration of conidium suspension used was  $7 - 37 \times 10^4$  conidia/ml.

##### Leaf-whorl inoculation method

The conidium suspension was prepared according to the same method as that described in the section "Leaf-blade inoculation method using paper pieces". One or 2 drops of the suspension were pipetted into a leaf whorl. Before pipetting the suspension, guttation water in the leaf-whorl was removed. The final concentration of the suspension was  $6 \times 10^4$  conidia/ml.

**Incubation after Inoculation**

Inoculated plants were incubated at various temperatures for different periods in the following incubators: 1) The plants inoculated by the leaf-blade method using paper pieces were transferred directly to a moist incubator; 2) The plants inoculated by the leaf blade method using agar blocks and leaf-whorl inoculation method; were placed in a plastic basket, covered by a wet plastic bag to preserve the moisture, and then transferred to an incubator. The basket covered by a plastic bag was stored in the incubator over night so as to reach a given temperature before introducing the inoculated plant.

After incubation at each temperature the seedlings were removed from the moist chamber. Agar blocks and paper pieces on the leaf surface were removed in the experiment using the leaf-blade inoculation methods. Conidium suspension in the leaf whorl was also removed by pouring distilled water into the whorl in the experiment using the leaf-whorl inoculation method. The plants thus treated were then kept in a glass house set at 22°C at night and 33°C in daytime. The humidity, which was not controlled, fluctuated between 50 and 80%.

**Observation of Symptoms**

The local symptoms of the treated plants were observed 1 week after inoculation. The criteria for estimation of the severity of local symptoms are indicated in Fig. 1. Sometimes mild symptoms appeared in the area of inoculation 1 week after inoculation but did not develop to distinct symptoms later on. Such symptoms are included in the group "-" (no symptoms).

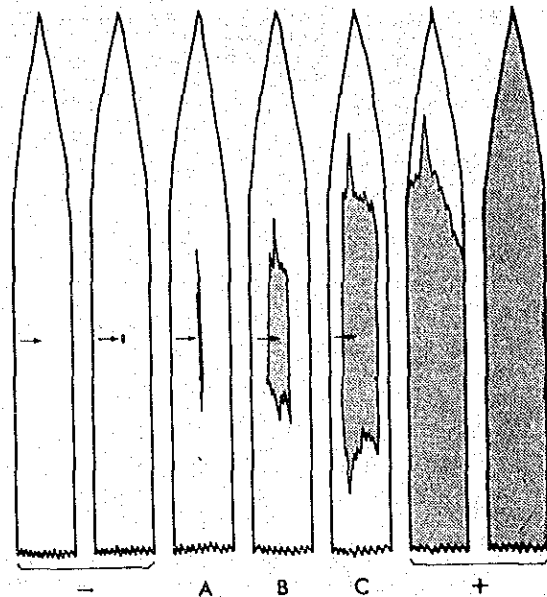


Figure 1. Degree of severity of local and systemic symptoms. -- : no symptoms, A-C: local symptoms, A: slight, B: moderate, C: severe, + : systemic symptoms. Arrows show the central part of the inoculation by leaf-blade method using agar blocks and paper pieces.

**RESULTS**

The effect of temperature and duration of incubation period on the infection of *P. maydis* using the leaf-blade inoculation method with agar blocks is shown in Table 1. Local symptoms were mostly found on the third leaf, which was the uppermost and youngest leaf at the time of inoculation.

As for the temperature, for an incubation period of 1-3 hours after inoculation, local symptoms appeared even at 10°C, and frequently at 15-30°C. The most suitable temperature seemed to be 20-30°C, considering both appearance frequency and severity of symptoms.

When inoculated seedlings were incubated at each temperature for 2-3 hours after inoculation, local symptoms frequently appeared, whereas when the incubation lasted 1 hour they were evident in 2 cases only.

Local symptoms obtained by leaf-blade inoculation method using paper pieces are listed in Table 2. Local symptoms mostly affected the 3rd leaf. The severity of the symptoms was somewhat greater than when the method using agar blocks was applied.

In contrast with the results obtained by the method using agar blocks, local symptoms frequently appeared even after 1/2 and 1 hour incubation for every temperature tested. Among the temperatures tested (19-31°C) with incubation periods of 1/2 to 6 hours, no remarkable difference could be detected. A few plants developed systemic symptoms later, but it could not be determined whether the systemic symptoms had developed from the local infection.

Table 1. Local symptoms on leaves of corn seedlings inoculated with *P. maydis* (leaf-blade inoculation method using agar blocks).

Temperature <sup>b</sup> (°C)	Leaf order	Degree of severity of local symptoms <sup>a</sup>		
		Incubation period (hours)		
		1	2	3
10	2nd	---	---	---
	3rd	---	AA-	---
15	2nd	---	---	---
	3rd	---	AA-	AAA AA-
20	2nd	---	---	---
	3rd	A--	BBA A--	BAA A--
25	2nd	---	---	---
	3rd	A--	BAA A--	BAA A--
30	2nd	---	---	---
	3rd	---	AAA AAA	BBB BBA

<sup>a</sup>The degree of severity is shown in Figure 1. -: no symptoms, A: slight, B: moderate. Observed 1 week after inoculation. As for the 1st leaf, no symptoms were observed throughout the experiment.

<sup>b</sup>Temperature during incubation period. After the incubation, conidia (agar blocks) were removed and the plants were kept in a glass-house.

<sup>c</sup>Data for each leaf of 6 seedlings, replicated twice using 3 seedlings each time.

Local symptoms which appeared 1 week after leaf-whorl inoculation and systemic symptoms which appeared later are shown in Table 3. Local symptoms appeared on the basal part of the 2nd and 3rd leaf and mostly on the tip part of the 4th leaf which had not been

Table 2. Local symptoms on leaves of corn seedlings inoculated with *P. maydis* (leaf-blade inoculation method using paper pieces).

Temperature <sup>b</sup> (°C)	Leaf order	Degree of severity of local symptoms <sup>a</sup>				
		Incubation period (hours)				
		1/2	1	2	3	6
Exp. I.						
19	2nd	---	---	---	---	---
	3rd	BA-	BAA	BA-	AAA A-	BBA A-
22	2nd	AA-	---	AA-	---	A-
	3rd	BA-	BBA	BB-	BAA A-	BAA
25	2nd	A-	A-	---	---	---
	3rd	CBA	AAA	BAA-AA	BA-	CBB BAA
Exp. II						
25	2nd	---	---	---	---	---
	3rd	BAA	CC-	BA-	A-	BBA
28	2nd	---	B-	---	---	---
	3rd	BBB B-	CBA	CB-	BA-	BA-
31	2nd	---	---	---	---	---
	3rd	BA-	BBA	CA-	BAA	BA-

<sup>a</sup>The degree of severity is shown in Figure 1. -: no symptoms, A: slight, B: moderate and C: severe. Observed 1 week after inoculation. As for the 1st leaf, no symptoms were observed throughout the experiment.

<sup>b</sup>Temperature during the incubation period. After the incubation, conidia (filter paper pieces) were removed and the plants were kept in a glass house.

<sup>c</sup>Data for each leaf of 6 seedlings, replicated twice using 3 seedlings each time.

developed at the time of inoculation. These local symptoms were more severe than those produced by the leaf-blade inoculation methods using agar blocks and paper pieces. Difference among temperatures in the appearance of the local symptoms was not clearly demonstrated.

Systemic symptoms always appeared on the leaves which developed above the 4th leaf 9-20 days after inoculation, and were observed on the plants which were incubated at 15-30°C, 3-6 hours after inoculation. Systemic symptoms appeared most frequently (7 out of 12 plants), at a temperature of 20°C, followed by 15°C and 30°C (4 out of 11-12 plants at both temperatures). As for the incubation periods after inoculation a period of 3 hours seemed sufficient to produce mild infection whereas an incubation period of 6 hours was associated with a more severe infection. No correlation was found between the severity of the local infection and the appearance of the systemic infection.

In order to obtain a significant level of systemic infection by the leaf-whorl inoculation method, a 6-hour incubation after inoculation at 15-31°C was found to be necessary.

## DISCUSSION

The aim of the present study was to obtain information on the effect of temperature and incubation period on infection of corn after inoculation of *Peronosclerospora maydis*.

The local symptoms appeared mostly on the uppermost (youngest) leaf at the time of inoculation when

using the leaf-blade inoculation methods, whereas by the leaf-whorl inoculation method they were observed on the basal part of older leaves, the uppermost leaf and the tip part of the undeveloped leaf at the time inoculation. When leaf-blade inoculation methods were applied, the conidia were placed on the central part of the leaf, while by the leaf-whorl method, conidia were deposited into the leaf-whorl. The fact that the basal parts of older leaves and the uppermost leaf, except for the 1st leaf, were still in the process of development around the leaf whorl may account for the appearance of the local symptoms in such areas.

The incubation periods after inoculation required for the development of local symptoms in relation to the methods applied, i.e., leaf-blade inoculation methods using agar blocks and paper pieces were also analysed in more detail. Distinct local symptoms were obtained after 2-hour incubation when applying the method using agar blocks and after 30 minute incubation by the method using paper pieces. The difference seems to be caused by the conditions of inoculation, such as the amount of conidia inoculated, oxygen supply to the conidia, etc. Under suitable conditions it was found that conidia germinated and infection took place within 30 minutes.

When the leaf-blade inoculation methods were applied it was found that suitable temperatures to produce the local symptoms ranged between 20 - 31°C; though symptoms could also be observed even at a temperature of 10°C, whereas by leaf-whorl inoculation method, local symptoms appeared within a wide range of temperatures such as 10 - 30°C.

Only a few plants showed systemic symptoms by the leaf-blade inoculation method, though data are not

shown. By the leaf-whorl inoculation method, the systemic symptoms frequently appeared when the plants were kept at 15-30°C with a 6-hour incubation after inoculation. Among the range of temperatures (15 - 30°C), 20°C seemed to be optimum so far as the present experiment is concerned.

Bonde et al. (1) reported that the systemic symptoms observed in corn infected with *P. sorghi* required temperatures ranging between 14 - 22°C with 2-hour incubation after inoculation. In the case of corn infected with *P. sacchari* suitable temperatures ranging between 18 - 32°C have been reported (2).

The data on the systemic infection obtained in the present experiment were in accordance with those reported in the literature though the species used were different.

Kajiwarra (5) reported that systemic symptoms of *P. maydis* on corn appeared 14 days after inoculation of seedlings at the 3.3 leaf stage. In the present experiment, systemic symptoms appeared 9-20 days after inoculation using corn seedlings at the 3- leaf stage.

There are 2 types of infection caused by *P. maydis*, systemic and local infection. Systemic infection is important from the standpoint of the damage to yield. Systemic infection effectively occurs when dispersed conidia are deposited into the leaf whorl, and local infection occurs when conidia are placed on young leaf-blades. Some of the infected plants with local symptoms developed systemic symptoms, though the rate of development was low. The area where conidia can be produced from the systemic symptoms is wider than that from the local symptoms. However the probability that conidia would drop on a young leaf-blade seems to be high compared with its dropping into leaf-whorl, especially when the low density of dispersion of conidia as it occurs in the early stage of the disease spread in the field is taken into account. Both types of infection are considered to play an important role in the spread of the disease.

In corn fields, the presence of dew at night also plays an important part in conidium formation and germination. From the results obtained in the present experiment, it is considered that local infection of corn with *P. maydis* occurs when dew remains at least more than 30 minutes at temperatures of 15-30°C after the dropping of dispersed conidia on dew, and systemic infection occurs when dew remains for more than 3 hours at temperatures of 15-30°C and preferably for 6 hours around 20°C.

Temperatures in Indonesia at night usually satisfy these condition and the disease prevalence seems to depend chiefly on the persistence of dew which influences conidium formation, germination and invasion of the host.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to express their grateful thanks to Dr. M. Rusli Hakim, Director of the Central Research Institute for Agriculture (CRIA), Bogor, Indonesia; Dr. Ir. M. Suhardjan, Head of the Pests and Diseases Division, CRIA, Bogor; Dr. D.M. Tantera, Head of the

Table 3. Local and systemic symptoms of corn seedlings inoculated with *P. maydis* (leaf-whorl inoculation method).

Temperature <sup>c</sup> (°C)	leaf order	Degree of severity of local symptoms <sup>a</sup> and development of systemic symptoms <sup>b</sup>	
		Incubation period (hours) 3	6
10	2nd	---	A---
	3rd	CCC ---	BBB ---
	4th	CCB BA-	CBA AAA
	systemic <sup>b</sup>	---	---
15	2nd	A---	A---
	3rd	CCC A--	BBB ---
	4th	CCA AA-	BBB A--
	systemic	+++---	+++---
20	2nd	A---	B---
	3rd	CCB A--	CCB AA-
	4th	CCB BB-	CBB A--
	systemic	-+----	+++---
25	2nd	---	---
	3rd	CCC ---	CBB A--
	4th	CCC CB-	CCC CCB
	systemic	---	+-
30	2nd	A---	BA---
	3rd	CBB ---	CBA ---
	4th	CCC BBA	CCB ---
	systemic	---	+++---

<sup>a</sup>The degree of severity is shown in Figure 1. -: no symptoms, A: slight, B: moderate and C: severe. Observed 1 week after inoculation. As for the 1st leaf, no symptoms were observed throughout the experiments.

<sup>b</sup>Systemic symptoms were observed on the leaves which developed above the 4th leaf 9-20 days after inoculation. ---: no symptoms +: systemic symptoms.

<sup>c</sup>Temperature during incubation period. After the incubation, conidium suspension was removed from leaf whorl by rinsing with distilled water.

<sup>d</sup>Data for each leaf of 6 seedlings, replicated twice using 3 seedlings each time.

<sup>e</sup>Data for each seedling.

Plant Diseases Sub-Division, CRIA, Bogor; Dr. Setsuro Toda, Leader of the Indonesia-Japan Joint Food Crops Research Program; Dr. Takeo Yamaguchi, Plant Pathologist of the Indonesia-Japan Joint Food Crops Research Program; Dr. Shiro Okabe, Director of the Tropical Agriculture Research Center, Japan; Dr. Toshihiro Kajiwarra, Head of Research Division 1 of the Tropical Agriculture Research Center, Japan; and Dr. Tomio Yamaguchi, National Institute of Agriculture Sciences, Japan, for the facilities they provided in this study.

The special cordial thanks are expressed to Dr. Toshihiko Hino, National Institute of Agricultural Sciences, Japan, for his critical reading of the manuscript and Dr. Jacqueline Bartman for her kind help in English Correction.

#### REFERENCES

1. Bonde, M.R., C.G. Schmitt, and R.W. Dapper. 1978. Effects of dew-period temperature on germination of conidia and systemic infection of maize by *Sclerospora sorghi*. *Phytopathology*, 68: 219-22.
2. Bonde, M.R. and J.S. Meichling. 1979. Effects of dew-period temperature on sporulation, germination of conidia and systemic infection of maize by *Peronosclerospora sacchari*. *Phytopathology*, 69: 1084-6.

3. Harjono Semangoen. 1970. Studies on downy mildew of maize in Indonesia with special reference to the perennation of the fungus. *Indian Phytopathology*, 23: 307-20.
4. Exconde, O.R., E.A. Edralin, and B.A. Advincula. 1967. Some factors affecting formation and germination of spores of *Sclerospora philippinensis*. The fourth Inter-Asian Corn Improvement Workshop. Lyallpur, West Pakistan. p. 111-22.
5. Kajiwara, T. 1975. Some experiments on downy mildew of maize. Symposium on downy mildew of maize, Tokyo - Japan. Tropical Agr. Res. Ser. No. 8: 121-3.
6. Kijngafukuro, T. and L.S. Leu. 1976. Method for collecting non-germinated conidia of *Sclerospora sacchari* and TARC'S downy mildew program. Kasetsart J. 10(2): 143-7.
7. Shaw, C.G. 1975. The taxonomy of graminicolous downy mildews, with emphasis on those attacking maize. Symposium on downy mildew of maize. Tokyo, Japan. Trop. Agric. Res. Ser. No. 8: 47-55.
8. ———— 1978. *Peronosclerospora* species and other downy mildew of the gramineae. *Mycologia*, 70: 594-604.
9. Triharso, Tokidjo Martoredjo and Lilik Kusdarli. 1976. Recent problems and studies on downy mildew of maize in Indonesia. The Kasetsart J. 10(2): 101-4.

### Ultrastructure of Developing and Mature Rice Kernel Shown by Scanning Electron Microscope<sup>1</sup>

Djoko S. Damardjati<sup>2</sup>, Soewarno T. Soekarto<sup>3</sup>,  
Hari Suseno<sup>4</sup>, and Djumanto<sup>5</sup>

#### ABSTRAK

Ultrastruktur Beras selama Proses Pematangan Padi yang ditunjukkan dengan Scanning Electron Microscope. Struktur aleuron dan endosperm beras pecah kulit pada beberapa tingkat kematangan biji telah dipelajari dengan menggunakan scanning electron microscope terhadap permukaan patahan beras. Lapisan aleuron tampak tersusun atas sel-sel parenkhima yang berbentuk empat persegi panjang dan berisi padat dengan butir aleuron (aleuron grain) yang berukuran 1-3  $\mu$ . Dalam biji muda (15 hari sesudah berbunga) dapat diketahui proses pembentukan granula pati majemuk yang tersusun dari butir-butiran pati dan membentuk polihedron. Ikatan antar granula yang belum kompak dapat dihubungkan keadaan biji yang masih mengapur (chalky). Pada endosperm biji matang (27-30 hari sesudah berbunga) tampak susunan yang kompak dari granula-granula pati yang berbentuk bulat, lonjong dan polihedral, dengan butir-butiran protein (protela bodies) mengisi ruang-ruang antar granula pati sebagai media pengepak. Juga dapat diamati adanya dua tipe permukaan patahan, intraseluler dan interseluler, pada endosperm beras. Pada endosperm biji lewat matang (39 hari sesudah berbunga) tampak adanya beberapa lubang dalam granula pati, identasi dan pengerutan granula pati sepanjang permukaan plinglr sel-sel. Hal ini dapat dihubungkan dengan keretakan biji.

**R**ICE is the staple food of over half the world's population, particularly in Asia. It contributes 40-80 percent of the calories and 40 percent of the protein in the Asian diet. However, less is known about the

chemistry and structure of rice than about other cereal grains - primarily because there has been less research on rice than wheat and corn (18).

Because rice is cereal which is consumed mainly as a whole grain (10), the ultrastructure studies of rice caryopsis is as important as physicochemical and biochemical studies of its constituents in the study of processing properties, quality and nutritional value of the grain.

The ultrastructure of mature rice grain has been studied using light microscope (LM) (9), transmission electron microscope (TEM) (1, 3) and scanning electron microscope (SEM) (6, 18). Studies of various aspects of the changes in structure occurring in the developing rice kernel have been restricted to LM (5, 8) and TEM (7, 8, 19). Therefore, this paper includes scanning electron microscope (SEM) observations of aleurone layers and the changes of endosperm structure during development of the kernel of rice, variety PB 36 and Citarum, with the objective of obtaining a better understanding its ultrastructure.

#### MATERIALS AND METHODS

Samples of developing and mature rice kernels were obtained from a 1978/79 wet season experimental plot of PB 36 and Citarum on the farm of Sukamandi Research Institute for Food Crops, fertilized with 90 kg N/ha, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha and 45 kg K<sub>2</sub>O/ha. Representative panicles were gathered 15, 18, 27, 30 and 39 days after flowering (DAF). The samples were airdried (40°C) up to 14% moisture.

Rough rice was dehulled by hand to produce brown rice. Kernels were broken transversely in half by hand. Kernel segments and aleurone fragments were mounted on aluminium stubs with colloidal silver suspension, with the fracture face uppermost on the SEM stub.

<sup>1</sup>This paper is part from the thesis of Djoko S. Damardjati, submitted to the Bogor Agricultural University.

<sup>2</sup>Sukamandi Research Institute for Food Crops.

<sup>3</sup>Food Technology Development Center, Bogor Agricultural University.

<sup>4</sup>Department of Botany, Bogor Agricultural University.

<sup>5</sup>Department of Plant Pathology, Bogor Research Institute for Food Crops.

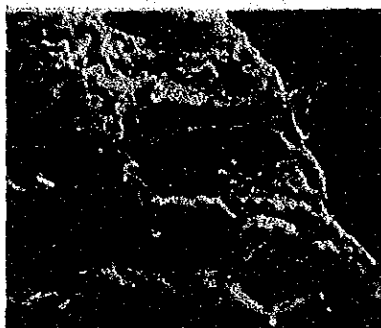


Figure 1. SEM micrograph of outer layer of brown rice; Citarum; 39 DAF. *p* = pericarp; *en* = endosperm.



Figure 2. SEM micrograph of aleurone layer of brown rice; Citarum; 27 DAF. *ap* = aleurone particle; *pc* = parenchyma cell; *cw* = cell wall.

All specimens were coated with gold applied by sputtering. Scanning electron photomicrographs were taken with a Mini SEM-2, Hitachi, made in Japan.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Aleurone Layers

The ultrastructure observed in the aleurone layer with different developmental stages (15, 27 and 39 DAF) of rice did not differ discernibly, and therefore they are not reported separately. Del Rosario et al. (5) reported that the aleurone layer is already fully developed in the 7-day kernel.

Figure 1 shows outer layers of brown rice which are surrounded by a caryopsis coat. Bechtel and Pomeranz (1) reported that the caryopsis coat consists of distinct layers of tissue: pericarp, seed coat (tegmen or testa) and nucellus layers. The next enclosing layer is the aleurone, the outermost endosperm tissue.

Figure 2 shows the structure of aleurone layer of a rice grain, are composed of quadrilateral or rectangular parenchyma cells. The thickness of the aleurone layer varied with the number of parenchyma cells, which seems to be a varietal characteristic ranging from one to five in different varieties (5). In addition, the dorsal side always had a thicker aleurone layer than the ventral side. Watson and Dikeman (18) reported that there were 2-3 cells on the ventral side and 4-6 cells on the dorsal side. The aleurone of coarse or bold, short grain cultivars has more cell layers than that of slender long grain cultivars (10). The aleurone layer completely surrounded the rice grain and was bound tightly to the underlying cell of the starchy endosperm and to meet of the germ (1).

The aleurone cells were filled with the aleurone particles 1-3  $\mu$  in diameter. This is comparable with Watson and Dikeman's report (18) that aleurone grains of rice measure about 0.25-3.5  $\mu$ . Two types of particles composed the aleurone cell, namely aleurone

grains rich in protein (a type of protein body) and lipid bodies or spherosomes (1), but these particles could not be differentiated using SEM. Aleurone grains were bounded by trilaminar membranes and contained one or many inclusion bodies or globoids (1); they were characterized by electron-dense material (potassium and magnesium salts of phytic acid embedded in aleurone grain (16). Aleurone grain were composed of at least two major parts: the first was containing particles high phytin, which formed the core of the aleurone grain; and the other was the surrounding coat which was composed of protein and carbohydrate (13).

### Starchy Endosperm

**Developing grain.** At 15-18 DAF, the appearance of rice kernel was still opaque in the endosperm portion. Microscopy also showed compound starch granules which were loosely packed in the endosperm of both PB 36 and Citarum varieties. Figure 3 shows an SEM micrograph of the endosperm region of developing grain of Citarum at 15 DAF. The packing of starch granules is loose with many air spaces. The opacity in both immature and mature nonwaxy races has been shown to be due to loose packing of starch granules and presence of air space in between starch granules (5).

Figure 4 shows spherical shape of compound starch granules in developing rice grain and also demonstrates the formation of the compound starch granules. It shows that compound granules grow by the addition of new starch molecules to their outside forming the compound polyhedral starch granules. Buttrose (4) reported that in contrast to the simple granules of barley and wheat starch granules of rice, like those of oats are compound. The compound granules of rice develop in a single amyloplast from many granules instead, of only one granulum. Therefore, changes in the granulum shape from spherical to polyhedral are not only due to space limitations (4) and compression of the starch granules during grain development (9), but may also be

because of the addition of new small granules (starch bodies) systematically to the outside of existing compound granules in amyloplast. The compound starch granules range in size from 6 to 8  $\mu$ , while, starch bodies range in size from 3 to 4  $\mu$ . Watanabe and Okamoto (17) reported that starch granules have a shape similar to a pentagonal dodecahedron. However, Figure 4 shows that two types of compound granule shapes are present in the developing rice grain. These are pentagonal (pg) and hexagonal (hg) shaped of starch granules. Additional research still is required to verify these results.

Figure 4 also shows the spaces between compound starch granules filled by protein bodies (pb) ranging in size from 1 to 3.5  $\mu$ . Protein bodies of rice endosperm can be divided into three types based on transmission electron microscopy (TEM), histochemical staining and susceptibility to proteolytic digestion (2), and mechanism of formation (3). These types are: (a) a large, spherical (Ls) body, size 1-2  $\mu$  in diameter, (b) a small, spherical (Ss) body, size 0.5-0.75  $\mu$  in diameter, and (c) crystalline (Cr) body, size 2-3.5  $\mu$  in diameter. However, using SEM micrograph, these three types of protein body could not be observed distinctly.

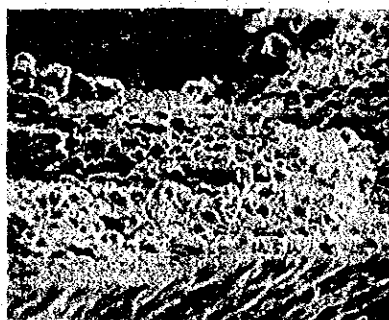


Figure 3. SEM micrograph of endosperm region of developing grain; Citarum; 15 DAF. The packing of starch granules is loose with many air spaces.

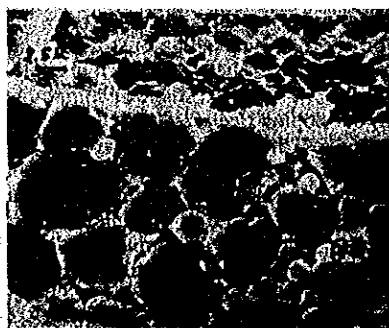


Figure 4. SEM micrograph of higher magnification of area outlined of Fig. 3. This shows the formation process of starch granules and formation of polygonal form starch granules. gp = starch granule; hp = protein bodies.



Figure 5. SEM micrograph of entire fracture face of mature grain; PB 36; 27 DAF, showing the central region of the grain. Intracellular cleavage produces a rough appearance, and intercellular cleavage produces a smooth appearance.

Mature grain. The compact arrangement and polygonal shape of starch granules with few air spaces were observed in mature rice grains (27-30 DAF) (Figure 5, 6, 7, 8). Two types of fracture planes were observed in the rice endosperm (6). There were: intercellular, in which the cleavage planes coincided with cell boundaries giving rice to an angular topography of smooth tilted surfaces; and intracellular, in which the cleavage planes occurred through cells in directions independent of cell boundaries, giving rice to a rough, loose packed appearance.

In PB 36, at 27 DAF, shows these two types of cleavage planes present in the central region of the endosperm (Figure 5). Intracellular cleavage produces a rough appearance and intercellular cleavage produces a smooth appearance. Also shown are cracks along the cell wall lines and radiating from the central part. In paddy grains cracks develop due to weathering effects (15). More than intracellular cleavage planes were noted in PB 36 central portion. This shows that the starch granules of intracellular cleavage planes are more compactly arranged, the demarcation between individual granules in compound granules is difficult to identify in intracellular cleavage planes due to the close packing (Figure 6). In intercellular surfaces, each compound granulum could be identified separately from its neighbours and was separated by a narrow layer of stroma. Figure 6 shows the oval shape of intact compound granula (sg) 6 x 10  $\mu$  in size, and the polygonal shape of cleavage granules, in the central region of the PB 36 endosperm. The intact granule shows the presence of layers and lines of stroma. Buttrose (4) suggested that there was a continuous reticulum permeating the granule and starch deposition could bridge this stroma layer.

The fracture face of the mature endosperm of Citarum variety showed mainly intracellular cleavage (Figure 7). However, the cell boundaries suffered relatively smooth cleavage and have some angular topography. The fracture face of Citarum was different from PB 36. The demarcation between individual starch granules of Citarum could be identified. The diameter



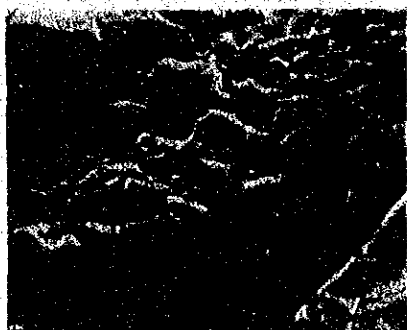


Figure 6. SEM micrograph of higher magnification of area outlined of Fig. 5, showing intact granule and cleavage granule with polygonal shape.

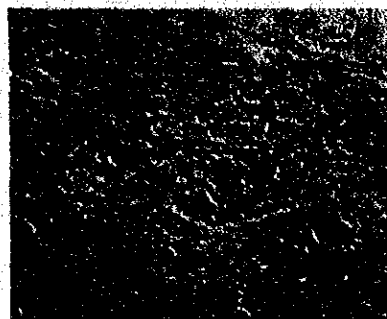


Figure 7. SEM micrograph of endosperm region of rice, Citarum; 30 DAF.

of starch granules was 2.5-6.5. Figure 6 shows clearly that compound starch granules, with their rounder shape, had a polygonal form and were fractured in certain basic patterns. After studying the surface structure of granule fractures, Watanabe and Okamoto (17) claimed that compound starch granules have a pattern similar to the pentagonal dodecahedron. Bechtel and Pomeranz (2) suggested that starch granules in the subaleurone region are smaller, and more round to oval in shape than those in the major, central region, which was composed primarily of large polygonal shapes. The present study agrees with these findings, as is shown in the central (Figure 5, 6) and subaleurone regions (Figure 7, 8) of the endosperm.

Figure 8 shows that in the subaleurone region of the endosperm, protein bodies occupied the space between the compound starch granules, and have packing of the starch as one of their functions. These particles range from 0.5-1.5  $\mu$  in size. Numerous protein bodies were observed in the subaleurone region, whereas protein was difficult to observe in the central region (Figure 6). The number of protein bodies in the endosperm was high in the periphery, and decreased with increasing distance from the center (5). The protein bodies in the subaleurone region measure about 1  $\mu$  smaller than those found in the central region, which are 2-3  $\mu$  in size (12). Most of the protein bodies could be identified as large, spherical and small, spherical protein bodies (2), (Figure 8). Crystallines types were difficult to identify in the SEM micrograph. Figure 8 also shows that protein bodies were embedded in and connected to each other by a matrix material. These protein bodies are arranged in large indentations left by starch granules. The vesicle like form connecting the protein bodies might be endoplasmic reticulum. Bechtel and Juliano (3) reported that large and small spherical protein bodies were deposited within endoplasmic reticulum, and crystalline types were in the vacuole. In aleurone cells, however, no kind of vesicle of material connecting protein bodies was observed (Figure 3, 4).

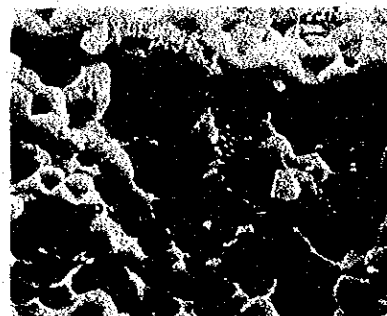


Figure 8. SEM micrograph of subaleurone region of endosperm, higher magnification of area outlined of Fig. 7; pb = protein bodies; gp = starch granule.

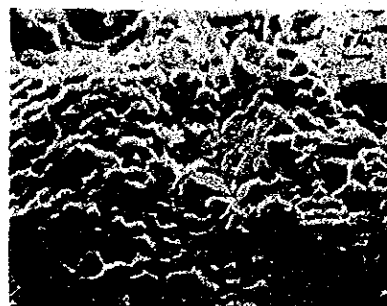


Figure 9. SEM micrograph of central region of endosperm, over-ripe grain; PB 36, 39 DAF, showing cracks along cell boundaries. cg = compound starch granule showing sponge-like pitting, due to amylase activity, l = indentations between starch granules.

**Over-ripe grain.** The fracture face in over-ripe grain (39 DAF) of both varieties, Citarum and PB 36, showed more intracellular than intercellular cleavage planes, with some indentations (i), pitting and cracks (Figure 9).



Figure 10. SEM micrograph of central region of endosperm, Citarum, 39 DAF, showing the hard, polygonal shaped starch; cg = compound starch granule, round shape, with a single pit hole.

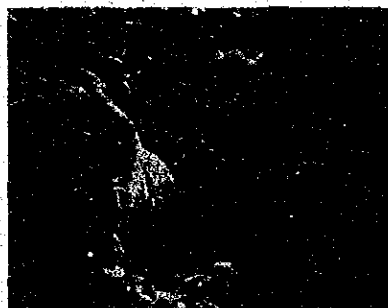


Figure 11. SEM micrograph of the central region of the endosperm, Citarum, 39 DAF. Intercellular cleavage planes are smooth and angular. Shrivelled compound starch granules along intercellular cleavage planes are visible.

Most of the over-ripe grains samples had cracks in the endosperm. Figure 9 shows that cracks develop easily along cell wall lines. More cracks in over-ripe grain were due to alternate wetting and drying in the field of the mature grain, which was late to harvest (14). In paddy, grain cracks cause high milling breakage, which affects the market quality of milled rice.

Some of the compound starch granules of samples has some indentations (i) on their surface (Figure 9). Del Rosario *et al.* (5) suggested that indentations were probably formed from pressure of protein bodies on the developing starch granules. Figure 10 shows an intact compound starch granule (cg), with a round shape and pitting. The pits in starch granules indicate alpha-amylase attack (6), which is greatest in the starch-containing cells next to the aleurone layers (11). Attack by alpha-amylase produces single large hole in starch granules.

Figure 11 shows an intercellular cleavage plane with a smooth and angular appearance from an over-ripe grain of Citarum rice. Cleavage and cracks occurred mainly along cell boundaries. Individual starch granules and protein bodies filling the space between them were clearly demarcated. The starch granules along cell boundaries to have shrivelled probably because of wetting and drying of the grain in the field.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank Dr DM. Tantera, Head of the Subdivision of Plant Pathology, Bogor Research Institute for Food Crops, for advice and for giving opportunity to use the scanning electron microscope.

#### REFERENCES

1. Bechtel, D.B., and Y. Pomeranz. 1977. Ultrastructure of the mature ungerminated rice (*Oryza sativa*) caryopsis. The caryopsis coat and the aleurone cells. *Amer. J. Bot.* 64: 966-73.
2. ———. 1978. Ultrastructure of the mature ungerminated rice (*Oryza sativa*) caryopsis. The starchy endosperm. *Amer. J. Bot.* 65: 684-91.
3. Bechtel, D.B., and B.O. Juliano. 1980. Formation of protein bodies in the starchy endosperm of rice (*Oryza sativa* L.): Re-investigation. *Ann. Bot.* 45: 503-9.
4. Buttrose, M.S. 1962. Formation of rice starch granules. *Naturwissenschaften* 49: 307-8.
5. Del Rosario, A.R., V.P. Briones, A.J. Vidal, and B.O. Juliano. 1968. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel. *Cereal Chem.* 45: 225-35.
6. Evers, A.D., and B.O. Juliano. 1976. Varietal differences in surface ultrastructure of endosperm cells and starch granules of rice. *Die Starke* 28: 160-6.
7. Harris, N., and B.O. Juliano. 1977. Ultrastructure of endosperm protein bodies in developing rice grains differing in protein content. *Ann. Bot.* 41: 1-5.
8. Hoshikawa, K. 1968. Studies on the development of endosperm in rice 10. Electron microscopic studies on the development of starch granules in the endosperm cells. *Proc. Crop. Sci. Soc. Jap.* 37: 97-106.
9. Juliano, B.O. 1972. The rice caryopsis and its composition. In: Houston, D.F. (Ed.) *Rice: Chemistry and Technology*. p. 16-74. AVI Pub. Co. Connecticut.
10. Juliano, B.O. 1980. Properties of the rice caryopsis. In: B.S. Luh (Ed.) *Rice Production and Utilization*. p. 403-38. AVI Pub. Co. Inc. Connecticut.
11. Lorenz, K., R.Y. Fong, A.P. Mossman, and R.M. Saunders. 1978. Long medium, and short grain rices- enzyme activity and chemical and physical properties. *Cereal Chem.* 55: 830-41.
12. Mitsuda, H., K. Yasumoto, K. Murakami, T. Kusano, and H. Kishida. 1967. Studies on the proteinaceous subcellular particles in rice endosperm electron microscope and isolation. *Agric. Biol. Chem.* 31: 293-300.
13. Ogawa, M., K. Tanaka, and Z. Kasal. 1975. Isolation of high phytin containing particles from rice grains using an aqueous polymer two phase system. *Agr. Biol. Chem.* 39: 695-700.
14. Rhind, D. 1962. The breakage of rice in milling: A Review. *Trop. Agric (West Indies)* 39: 19-28.
15. Srinivas, T. 1975. Pattern of crack formation in rice grain as influenced by shape and orientation of cells. *J. Sci. Fd. Agric.* 26: 1479-82.
16. Tanaka, K., T. Yoshida, K. Asada, and Z. Kasal. 1973. Subcellular particles isolated from aleurone layer of rice seeds. *Arch. Biochem. Biophys.* 155: 136-143.
17. Watabe, T., and H. Okamoto. 1960. Experiments on the "Ryokka" phenomenon in glutinous rice grain (3): Electron-microscopic investigation on the surface structure of starch granules. *Proc. Crop. Sci. Soc. Jap.* 29: 89-92.
18. Watson, C.A., and E. Dikeman. 1977. Structure of the rice grain shown by scanning electron microscopy. *Cereal Chem.* 54: 120-30.
19. Wu, H.K., and J.T. Chen. 1978. Protein bodies in developing rice grain. *Proc. Natl. Sci. Council, R.O.C.* 2: 281-92.







JICA