

Padi

Buku 3



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor

Padi

Buku 3

Penyunting :

**Edi Soenarjo
Djoko S. Damardjati
Mahyuddin Syam**

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor
1991**

ISBN 979-8161-03-3 (No. jilid lengkap)
979-8161-15-7 (Jilid 3)

Daftar Isi

Prakata		v
Pengendalian Hama Terpadu	<i>I.N. Oka dan Bahagiawati A.H</i>	653
Status Hama Wereng pada Tanaman Padi dan Pengendaliannya	<i>Baehaki S.E dan Mohammad Imam</i>	681
Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi	<i>J. Soejitno</i>	713
Walang Sangit dan Hama Minor Lain	<i>Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi</i>	737
Pengendalian Hama Tikus	<i>Rochman dan Dandi Sukarna</i>	751
Pengendalian Hama Ganjur	<i>Edi Soenarjo</i>	777
Hama Pascapanen dan Pengendaliannya	<i>Suyono dan Dandi Sukarna</i>	801
Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud dan M. Herman</i>	815
Pengendalian Penyakit Jamur	<i>A. Mukelar dan M.K. Kardin</i>	825
Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud</i>	845
Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi	<i>Nasir Saleh dan D.M. Tantera</i>	855
Mutu Beras	<i>Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani</i>	875
Penanganan Pascapanen Padi	<i>Soemardi dan Ridwan Thahir</i>	915
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri	<i>Budi Tangendjaja</i>	943
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan	<i>Budi Tangendjaja</i>	963

Table

Project	
1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...
13	...
14	...
15	...
16	...
17	...
18	...
19	...
20	...
21	...
22	...
23	...
24	...
25	...
26	...
27	...
28	...
29	...
30	...
31	...
32	...
33	...
34	...
35	...
36	...
37	...
38	...
39	...
40	...
41	...
42	...
43	...
44	...
45	...
46	...
47	...
48	...
49	...
50	...
51	...
52	...
53	...
54	...
55	...
56	...
57	...
58	...
59	...
60	...
61	...
62	...
63	...
64	...
65	...
66	...
67	...
68	...
69	...
70	...
71	...
72	...
73	...
74	...
75	...
76	...
77	...
78	...
79	...
80	...
81	...
82	...
83	...
84	...
85	...
86	...
87	...
88	...
89	...
90	...
91	...
92	...
93	...
94	...
95	...
96	...
97	...
98	...
99	...
100	...

Prakata

Swasembada beras yang telah dicapai dan dipertahankan sejak tahun 1984 yang lalu tetap merupakan komoditas pertanian terpenting yang mendapat prioritas utama dalam pembangunan pertanian nasional.

Tantangan yang dihadapi dalam meningkatkan produksi beras nasional tampaknya semakin beragam dan kompleks, yang tidak hanya berkaitan dengan faktor iklim, hama, penyakit, dan keseimbangan hara. Faktor sosial-ekonomi seperti beralihnya fungsi lahan subur untuk industri, perumahan, jalan raya, dan komoditas lainnya yang bernilai ekonomi tinggi juga merupakan tantangan yang tidak kalah pentingnya. Padahal produksi beras diharapkan terus meningkat, minimal setara dengan peningkatan jumlah penduduk sebesar 2% per tahun.

Upaya untuk menerapkan teknologi yang sudah tersedia perlu terus didorong sejalan dengan upaya untuk menghasilkan teknologi baru, baik dalam aspek produksi maupun penanganan pascapanen serta hal-hal yang berkaitan dengan diversifikasi dan agro-industri.

Padi Buku 3 ini yang berisi informasi hasil penelitian tentang hama, penyakit, dan penanganan pascapanen melengkapi dua buku sebelumnya yang memuat berbagai aspek lain seperti morfologi padi, perbaikan varietas, pemupukan, pola usahatani, dan mekanisasi pertanian dalam usahatani padi.

Kami berharap agar buku ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam aspek yang berkaitan dengan padi dan kepada semua pihak yang telah membantu sampai diterbitkannya buku ini, kami ucapkan terima kasih.

Bogor, Oktober 1991

Kepala
Pusat Penelitian dan Pengembangan
Tanaman Pangan

Dr. Ibrahim Manwan

Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi

Nasir Saleh¹ dan D.M. Tantera²

¹Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang

²Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor

PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat beberapa penyakit virus pada padi yaitu penyakit-penyakit tungro, kerdil rumput, dan kerdil hampa. Di samping itu, masih terdapat dua penyakit padi yang disebabkan oleh mikoplasma (*mycoplasma-like organism/MLO*) yaitu kerdil kuning dan daun oranye. Di antara penyakit-penyakit tersebut, tungro, kerdil rumput, dan kerdil hampa sering menimbulkan kerugian yang besar.

Dalam tulisan ini akan dikemukakan mengenai gejala, penyebab, daerah penyebaran, bioekologi, penularan virus, tanaman inang, dan vektornya, serta usaha pengendalian virus tungro, kerdil rumput, dan kerdil hampa. Untuk penyakit kerdil kuning dan penyakit daun oranye akan dibahas sekilas mengenai gejala, penyebab, dan penularan oleh vektornya.

PENYAKIT TUNGRO

Penyakit tungro sudah cukup lama dikenal di Indonesia dengan bermacam-macam nama seperti mentek, penyakit habang (di Kalimantan), cellapance (di Sulawesi Selatan), atau kebebeng (di Bali) (64).

Gejala

Gejala utama penyakit tungro adalah perubahan warna daun menjadi kuning oranye, jumlah anakan berkurang, tanaman kerdil, dan pertumbuhannya terhambat (29).

Intensitas serangan tergantung dari tingkat ketahanan varietas padi dan umur tanaman pada saat terinfeksi. Tanaman muda lebih peka terhadap infeksi dibanding tanaman tua. Gejala pertama pada umumnya timbul satu minggu setelah terinfeksi. Bila tanaman terhindar dari infeksi sampai umur dua bulan, maka selanjutnya penyakit tungro tidak banyak mengakibatkan kerusakan (29, 53).

Derajat perubahan warna daun sangat tergantung dari varietas padi yang diserang dan faktor lingkungan. Pada varietas tertentu, sering gejala tungro menghilang setelah beberapa lama dan muncul kembali pada anakan atau turiang (29).

Penyebab Penyakit

Penyakit tungro disebabkan oleh infeksi virus. Partikel virus tungro mempunyai bentuk isometrik dengan diameter antara 30-33 nm (10, 11, 29). Saito *et al.* (60) pada tahun 1975, menemukan partikel virus yang kedua berbentuk basiler dengan ukuran 25 x 100 nm. Partikel ini ditemukan pada irisan ultratipis daun padi yang terinfeksi tungro asal Indonesia. Pada perkembangan selanjutnya, terbukti bahwa penyakit tungro disebabkan oleh infeksi ganda dari dua virus di atas (18, 19). -

Tingkat keparahan gejala tungro lebih ditentukan oleh konsentrasi virus tungro yang berbentuk basiler. Tanaman yang terinfeksi ganda oleh virus bentuk isometrik dan basiler akan menunjukkan gejala yang lebih parah (18) dan menimbulkan pengurangan hasil yang lebih tinggi (15).

Penularan Virus

Virus tungro dapat ditularkan oleh beberapa spesies wereng hijau dari genus *Nephotettix* dan juga oleh *Recilia dorsalis* dengan tingkat efisiensi penularan yang berbeda. Di samping itu, hasil persilangan alam antara *N. virescens* x *N. nigropictus* dapat menghasilkan keturunan yang mempunyai potensi sebagai penular virus tungro.

Tabel 1 menunjukkan spesies wereng daun dan kemampuannya menularkan virus. *N. virescens* merupakan vektor yang paling efisien untuk menularkan virus tungro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *N. virescens* mempunyai kapasitas tertinggi dalam menularkan virus, yaitu sebesar 30 bibit padi/serangga/hari (30).

Semua instar nimfa dan serangga dewasa dapat menularkan virus tungro. Virus tungro ditularkan oleh wereng hijau secara semi persisten. Periode makan perolehan minimum antara 5-30 menit, dan periode makan inokulasi minimum antara 7-30 menit. Tidak terdapat periode laten yang jelas dalam tubuh serangga, sehingga serangga dapat segera menularkan virus tungro setelah mengisap tanaman sakit. Secara bertahap, serangga akan kehilangan infektivitasnya. Periode retensi virus di dalam tubuh serangga berkisar antara 3-6 hari.

Tabel 1. Enam spesies wereng daun dan kemampuannya menularkan virus tungro.

Spesies	Kemampuan (%)
<i>Nephotettix virescens</i>	83
<i>N. malayanus</i>	42
<i>N. nigropictus</i>	17-30
<i>N. parvus</i>	8
<i>N. virescens</i> x <i>N. nigropictus</i>	13
<i>Recilia dorsalis</i>	8

Sumber: 27, 28, 29, 68.

Virus tidak menular melalui telur, dan nimfa akan kehilangan infektivitasnya pada waktu pergantian kulit (26). Virus tungro juga tidak dapat ditularkan melalui gesekan daun, air, tanah, maupun biji tanaman sakit.

Tanaman Inang

Tanaman Inang Virus

Padi merupakan tanaman inang utama bagi virus. Tetapi beberapa spesies padi liar yaitu *Oryza australiensis*, *O. barthii*, *O. brachyantha*, *O. eichingeri*, *O. glaberrima*, *O. nivara*, dan *O. perennis* dapat terinfeksi virus tungro (11). Beberapa gulma seperti *Eleusine indica*, *Echinochloa colonum* dan *Echinochloa crusgalli* juga dapat terinfeksi. Pada tumbuhan tersebut, gejala penyakit yang timbul sering tidak jelas, dapat hanya berupa terhambatnya pertumbuhan atau bahkan tanpa menunjukkan gejala (10).

Tanaman Inang dari Serangga Vektor

N. nigropictus mempunyai tanaman inang yang lebih luas dibandingkan *N. virescens*. *N. nigropictus* dapat berkembang biak pada *O. eichingeri*, *O. glaberrima*, *O. minuta*, *O. malampzhuansis*, *O. nivara*, *O. officinales*, *O. perennis*, *O. punctata*, *E. colonum*, *Ischaemum indicum*, *Leersia hexandra*, dan *Paspalum orbiculare*. *N. virescens* dapat berkembang biak pada *O. glaberrima*, *O. nivara*, *O. perennis*, *E. colonum*, dan *P. orbiculare*, meskipun padi tetap merupakan tanaman inang utama bagi *N. virescens*.

Penyebaran Penyakit

Selain di Indonesia, penyakit virus tungro juga terdapat di beberapa negara tetangga seperti Malaysia, Filipina, Muangthai, India, dan Bangladesh.

Di Jepang terdapat penyakit virus padi yang disebut penyakit "Waika" yang ditemukan tahun 1978 di daerah Kyushu, wilayah Jepang bagian Selatan. Penyakit ini juga disebabkan oleh virus berbentuk isometrik dengan diameter antara 30 nm dan ditularkan oleh wereng daun *N. virescens* dan *N. nigropictus* secara non-persisten. Berdasarkan uji serologi, penyakit "Waika" di Jepang mempunyai hubungan kerabat dengan virus tungro yang berbentuk isometrik (59).

Di Indonesia, penyakit tungro mula-mula hanya terbatas penyebarannya pada daerah tertentu seperti Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Utara (64). Pada tahun 1980, terjadi ledakan penyakit tungro di Bali yang meliputi Kabupaten Badung, Tabanan, dan Gianyar (64). Penyakit virus tungro selanjutnya meluas ke Jawa Timur, Yogyakarta, dan Jawa Tengah.

Epidemiologi dan Pengendalian Penyakit

Di lapang, penyebaran penyakit tungro sangat tergantung pada beberapa faktor yaitu serangga vektor, sumber virus, varietas padi, dan lingkungan (64). Faktor serangga vektor mencakup kepadatan populasi, aktivitas, stadia perkembangan, dan efisiensi penularan. Faktor sumber virus meliputi lokasi sumber virus, kuantitas, dan umur tanaman padi yang terinfeksi dan menjadi sumber virus. Varietas padi berkaitan dengan kepekaannya terhadap vektor dan infeksi virus tungro. Sedangkan faktor lingkungan meliputi faktor biologi (parasit, predator, dan tanaman inang lain) dan faktor non-biologi (suhu, curah hujan).

Serangga Vektor

Populasi wereng hijau sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Musim kering yang panjang dan penanaman padi terus-menerus dapat meningkatkan populasi. Wereng dewasa tiga kali lebih aktif daripada nimfa. Di antara spesies wereng daun yang merupakan vektor penyakit tungro, *N. virescens* lebih efektif dalam menularkan virus tungro daripada spesies-spesies lain. Apabila populasi *N. virescens* di suatu daerah meningkat dan terdapat sumber virus, maka kemungkinan besar dapat terjadi epidemi penyakit tungro (31).

Sumber Virus

Tanaman padi yang berdekatan dengan sumber virus akan lebih banyak terinfeksi daripada tanaman yang berjauhan. Jarak maksimum yang dicapai wereng hijau untuk dapat menularkan virus dari tanaman sakit ke tanaman sehat lebih kurang mencapai 250 m. Tetapi penularan yang lebih jauh dapat terjadi bila gerakan serangga vektor dibantu oleh angin (32). Makin banyak tanaman sakit yang berfungsi sebagai sumber virus, makin cepat kemungkinan penyebaran penyakit di lapang.

Varietas Padi

Tidak semua varietas padi dapat berfungsi sebagai sumber virus yang sama baiknya bagi serangga vektor. Pada umumnya varietas yang peka merupakan sumber virus yang lebih baik bagi vektor dibandingkan varietas tahan/toleran. TN(1) dan PB22 merupakan sumber virus yang lebih baik daripada PB20 dan C4-63.

Tiap varietas padi menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap vektor maupun infeksi virus. Pada umumnya tanaman muda lebih peka daripada tanaman tua.

Lingkungan

Pada sistem pertanian modern, manusia memanipulasi ekosistem pertanian secara sangat intensif dan meliputi areal yang sangat luas(46). Hal tersebut mengakibatkan meningkatnya populasi atau perubahan status hama yang sebelumnya kurang penting menjadi penting.

Kemampuan menularkan virus tungro dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Pada kisaran suhu antara 10-31°C, kenaikan suhu akan menyebabkan peningkatan efisiensi penularan virus tungro oleh *N. virescens*. Penularan tertinggi dicapai pada suhu antara 27-31°C (31). Di Lanrang, populasi wereng daun menurun pada bulan-bulan dengan curah hujan yang tinggi (52).

Pemakaian insektisida secara kurang hati-hati dapat menimbulkan akibat sampingan berupa matinya spesies nontarget dan musuh alami yang berupa parasit dan predator yang mengendalikan populasi wereng daun.

Pengendalian Penyakit Tungro

Pengendalian penyakit tungro dilakukan dengan menggabungkan komponen-komponen pengendalian dalam satu sistem yang dikenal dengan konsep pengendalian penyakit secara terpadu. Usaha tersebut meliputi penanaman varietas tahan, menghilangkan atau mengurangi sumber virus, cara bercocok tanam, dan penggunaan pestisida (51, 56, 57, 58). Di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tengah, usaha pengendalian penyakit virus tungro dilakukan dengan mengatur waktu tanam yang tepat untuk penanaman musim hujan dan musim kering, mengadakan rotasi varietas yang memiliki gen tahan wereng dan menggunakan insektisida (42).

Penanaman varietas tahan/toleran. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang paling ideal untuk menanggulangi penyakit virus. Tetapi ketahanan varietas padi terhadap vektor maupun infeksi virus tidak akan bersifat absolut. Meningkatnya populasi di suatu daerah atau timbulnya ras geografi dari wereng hijau atau munculnya strain baru dari virus dapat menyebabkan patahnya ketahanan suatu varietas. Varietas PB32, PB36, dan PB38 yang menunjukkan reaksi tahan terhadap wereng hijau dan virus tungro di IRRI dan bereaksi cukup tahan (*moderate resistant*) di Sulawesi, ternyata menunjukkan reaksi peka di Bali. Menanam varietas padi yang toleran terhadap virus tungro juga merupakan usaha pengendalian penyakit tersebut. Varietas yang toleran terhadap tungro tidak akan menderita kerugian hasil yang tinggi meskipun terinfeksi virus. Beberapa varietas padi yang toleran terhadap tungro antara lain: Balimau putih, Tjempo kijik, Utri Merah # 16682 (16).

Menghilangkan atau mengurangi sumber virus. Tanaman padi dan turiang padi yang terinfeksi, beberapa spesies padi liar, dan rumput-rumputan dapat bertindak sebagai sumber virus, tempat berkembang biak atau bersembunyi wereng.

Cara bercocok tanam. Waktu tanam yang tepat dapat menghindarkan tanaman dari serangan wereng maupun infeksi virus tungro (56, 57). Di Maros, penanaman padi pada awal musim hujan (Desember-Januari) atau musim kemarau (Juni-Juli) dapat terhindar dari serangan wereng dan tungro yang serius (56). Pada umumnya, tingkat serangan penyakit tungro akan lebih tinggi pada pertanaman dengan jarak tanam yang lebar daripada pertanaman yang rapat. Di India, penanaman varietas Ratna (toleran) dengan jarak tanam

10x10 atau 10x15 cm dapat mengurangi tingkat serangan tungro dan meningkatkan hasil (58).

Penanaman padi secara serentak dan rotasi dengan tanaman palawija dapat mematahkan siklus hidup suatu hama (45). Pola pergiliran tanaman dengan varietas padi yang mempunyai tetua dengan ketahanan yang berbeda dapat mengendalikan wereng *N. virescens* dan virus tungro (56).

Penyemprotan dengan pestisida. Cara ini merupakan alternatif terakhir dan harus dikombinasikan dengan komponen pengendalian yang lain. Penyemprotan pestisida dapat menekan populasi wereng daun hijau yang berarti akan mengurangi kecepatan penyebaran virus. Beberapa insektisida yang dapat dipakai untuk wereng antara lain Applaud 10WP, Bassa 50EC, Furadan 3G, dan Mipcin.

PENYAKIT Kerdil Hampa

Gejala

Gejala khas penyakit kerdil hampa berbeda dengan penyakit tungro dan kerdil rumput. Tanaman tumbuh kerdil, daun melingkar, dan tepi daun bergerigi; tanaman membuat anakan bercabang dan terdapat bengkakan (*gall*) sepanjang tulang daun; keluarnya malai terhambat dan menyebabkan bulir menjadi hampa. Gejala ini bervariasi tergantung pada varietas padi dan tingkat pertumbuhan tanaman pada saat terinfeksi. Gejala daun bergerigi dan daun melingkar akan tampak pada bibit padi bila inokulasi dilakukan pada awal pertumbuhan bibit. Bengkakan pada tulang daun mulai tampak pada tingkat akhir pembentukan anakan. Pada tingkat pembungaan, gejala daun bergerigi dan daun melingkar tampak jelas pada daun bendera. Warna daun tanaman terinfeksi tidak berbeda dengan warna daun tanaman sehat, dan sering daun tetap berwarna hijau meskipun sudah lewat masa berbunga (15, 17, 37).

Penyebab Penyakit

Penyakit kerdil hampa disebabkan oleh virus berbentuk isometrik dengan diameter lebih kurang 65 nm. Partikel virus mempunyai *core* dengan diameter 45 nm dan diselubungi mantel luar dengan ketebalan 10 nm. Pada permukaan partikel terdapat beberapa tonjolan berupa paku (*spikel*). Berdasarkan persamaan bentuk partikel virus, sifat-sifat karakteristik, dan hubungannya dengan serangga vektornya, virus kerdil hampa dimasukkan sub-kelompok Acanthovirus, dari kelompok Reovirus (21, 65).

Penularan Virus

Virus kerdil hampa hanya dapat ditularkan oleh wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal. Percobaan penularan dengan menggunakan *N. virescens*, *N. nigropictus*, *R. dorsalis*, atau *Sogatella furcifera* memberikan hasil negatif (44).

Virus kerdil hampa ditularkan wereng coklat secara persisten. Periode laten di dalam tubuh serangga berkisar antara 5-11 hari setelah mengisap tanaman sakit dengan rata-rata antara 9-10 hari (15, 65, 17, 44). Periode makan perolehan minimum antara 3-5 jam, dan periode makan inokulasi minimum 1 jam (17, 44). Setelah mengisap virus, serangga tersebut dapat menularkannya kepada tanaman lain dalam jangka waktu yang lama atau bahkan selama sisa akhir hidupnya. Antara serangga jantan, betina, bentuk *brachypterous* maupun *macropterous*, tidak terdapat perbedaan yang jelas dalam kemampuan menularkan virus (37). Virus tidak diturunkan kepada keturunannya melalui telur serangga (6, 37).

Kemampuan menularkan virus oleh wereng coklat biotipe 1, 2, dan 3 tidak berbeda nyata (34). Virus kerdil hampa tidak ditularkan melalui air, tanah, biji, maupun secara gesekan mekanik (19, 37).

Tanaman Inang

Tanaman Inang Virus

Selain tanaman padi, virus kerdil hampa juga dapat menginfeksi secara alami spesies lain dari genus *Oryza*, yaitu *O. latifolia* dan *O. nivara*. Pada tanaman tersebut juga timbul gejala kerdil, daun bergerigi, percabangan batang, dan bengkakan tulang daun seperti halnya gejala pada tanaman padi (36, 37).

Di laboratorium, tanaman jagung, *rye*, dan *barley* dapat terinfeksi virus kerdil hampa. tetapi penularan kembali virus tersebut dari tanaman jagung dan *rye* ke tanaman padi dengan menggunakan *N. lugens* tidak berhasil. Serangga baru akan menjadi infeksiif dan dapat menularkan virus bila disuntik dengan ekstrak daun jagung atau *rye* yang terinfeksi. Infeksi secara alami pada tanaman jagung, *rye*, dan *barley* belum pernah dilaporkan (15).

Tanaman Inang Vektor

Tanaman padi merupakan tanaman inang utama wereng coklat. Tetapi beberapa spesies lain seperti *Oryza alta*, *O. australiensis*, *O. breviligulata*, *O. globerrima*, *O. granulata*, *O. latifolia*, *O. minuta*, *O. nivara*, *O. officinalis*, *O. punctata*, *O. perennis*, *O. rufipogon*, dan *Echinochloa* spp. mungkin dapat berfungsi sebagai tanaman inang di lapang (41).

Penyebaran Penyakit

Penyakit kerdil hampa pertama kali dilaporkan terdapat di Indonesia pada tahun 1976 (17, 48). Kemudian penyakit tersebut juga dilaporkan terdapat di Filipina (37, 33), Muangthai (75, 6, 44), India, dan Sri Lanka (14, 72). Di Indonesia penyakit kerdil hampa terdapat di Jawa, Sumatera, Bali, Sulawesi, dan Lombok (49).

Epidemiologi dan Pengendalian Penyakit

Lihat epidemiologi dan pengendalian penyakit kerdil rumput dan kerdil hampa.

PENYAKIT KERDIL RUMPUT

Gejala

Gejala penyakit kerdil rumput pada tanaman padi adalah tanaman menjadi kerdil, jumlah anakan bertambah banyak dan tumbuhnya tegak; daun menjadi pendek, sempit, berwarna hijau pucat atau kekuningan dengan bercak-bercak berwarna coklat.

Tingkat kerusakan ditentukan oleh varietas padi dan umur tanaman pada saat terinfeksi. Pada umumnya, makin tua umur tanaman pada saat terinfeksi, makin rendah persentase pertanaman yang rusak. Bila tanaman terinfeksi pada umur tua, gejala penyakit tidak akan tampak sampai tanaman tersebut dipanen. Gejala baru akan tampak pada turian (*singgang*) sehabis panen (29).

Penyebab Penyakit

Penyebab penyakit kerdil rumput mulanya sulit ditentukan, meskipun penyakit tersebut sudah sejak tahun 1963 ditemukan di sawah Lembaga Penelitian Padi Internasional, IRRI, di Filipina (55). Baru pada tahun 1983, ditemukan partikel virus kerdil rumput yang berbentuk benang halus sekali (*filamentous thread*) melingkar dengan diameter 6-8 nm dan panjang bervariasi antara 200-2400 nm (25). Partikel virus ini serupa dengan virus penyebab penyakit daun bergaris (*Rice stripe virus*) di Jepang. Penelitian uji serologi menunjukkan bahwa di antara kedua virus tersebut terdapat hubungan kerabat (23).

Pada tahun 1983, di IRRI ditemukan strain baru dari virus kerdil rumput yang gejalanya mirip dengan penyakit tungro tapi juga ditularkan oleh wereng coklat. Strain baru tersebut selanjutnya disebut *Grassy stunt virus-2* (GSV-2) untuk membedakan dengan virus kerdil rumput biasa (GSV-1) (16, 22). Masih perlu diteliti, apakah GSV-2 mempunyai partikel virus yang berbeda dengan GSV-1.

Penularan Virus

Virus kerdil rumput ditularkan oleh wereng coklat *N. lugens* secara persisten. Periode laten di dalam tubuh serangga berkisar antara 5 sampai 28 hari, dengan rata-rata 10,6 hari (29). Periode makan perolehan minimum selama 1 jam dan periode makan inokulasi minimum selama 5 menit (29). Efisiensi penularan berkisar antara 20 sampai 40%. Antara serangga jantan dan betina, *macropierous* dan *brachypterous* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam kemampuannya menularkan virus (29). Demikian juga antara wereng biotipe 1, 2, dan 3.

Sebagian besar serangga akan tetap infeksi untuk selama sisa hidupnya dan sebagian kecil dapat kehilangan infektivitasnya. Virus kerdil rumput tidak ditularkan melalui telur serangga, biji tanaman, air, tanah, maupun secara gesekan mekanis (29).

Tanaman Inang

Tanaman Inang Virus

Selain tanaman padi, virus kerdil rumput dapat menginfeksi beberapa spesies tanaman dari genus *Oryza* yaitu *O. breviligulata*, *O. alta*, *O. australiensis*, *O. granulata*, *O. globerrima*, *O. latifolia*, *O. minuta*, *O. nivara*, *O. officinalis*, *O. perennis*, *O. rufipogon*, dan *O. spontanea* (38).

Tanaman Inang Vektor

Lihat tanaman inang vektor pada penyakit kerdil hampa.

Epidemiologi dan Pengendalian Penyakit Kerdil Rumput dan Kerdil Hampa

Timbulnya epidemi penyakit kerdil rumput/kerdil hampa pada umumnya bersamaan atau mengikuti adanya ledakan wereng coklat yang merupakan vektor dari kedua virus tersebut.

Seperti halnya pada penyakit tungro, penyebaran penyakit kerdil rumput dan kerdil hampa di lapang tergantung pada beberapa faktor, yaitu serangga vektor, sumber virus, varietas padi, dan faktor lingkungan.

Serangga Vektor

Wereng coklat merupakan vektor utama dari penyakit kerdil rumput/kerdil hampa di samping *N. bakeri* yang juga dapat menularkan virus kerdil hampa meskipun dengan efisiensi penularan yang rendah (43). Oleh karena itu, bila terjadi peningkatan populasi wereng coklat di lapang dan terdapat sumber inokulum yang cukup, maka dapat timbul

edidemi penyakit kerdil rumput/kerdil hampa. Pengamatan epidemi penyakit kerdil rumput di Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan adanya korelasi yang positif antara jumlah wereng coklat yang dapat ditangkap pada malam hari dengan jumlah tanaman padi yang terinfeksi kerdil rumput (69). Hal ini juga mendukung hasil penelitian di laboratorium yang menunjukkan bahwa persentase tanaman padi yang terinfeksi kerdil rumput/kerdil hampa akan meningkat dengan jumlah wereng coklat yang digunakan untuk menginokulasi (71, 17, 70).

Nimfa dan serangga dewasa *brachypterous* bergerak dengan berjalan dan lompat. Serangga dewasa *macropterous* bergerak dengan berjalan, melompat, dan terbang. Penerbangan dan migrasi tersebut dipengaruhi oleh umur, kelamin, dan kondisi iklim, dan umur tanaman inang saat itu. Pada umumnya penerbangan dilakukan pada pagi hari atau sore hari ketika tanaman musim panen padi (40).

Di daerah sub-tropis, migrasi tersebut dapat mencapai jarak yang sangat jauh terutama bila mendapat bantuan angin. Wereng coklat pada permulaan musim panas di Jepang terbukti berasal dari daratan Cina dengan menyeberangi Laut Cina Timur (37). Migrasi jarak jauh di daerah tropis belum pernah dibuktikan, meskipun kemungkinan besar dapat terjadi. Karena virus kerdil rumput/kerdil hampa ditularkan secara persisten dan serangga tersebut dapat tetap bersifat infeksius selama hidupnya, maka migrasi jarak jauh tersebut juga sangat berperan dalam penyebaran penyakit.

Sumber Virus

Tanaman padi, turiang, beberapa spesies tanaman padi liar, dan gulma dapat terinfeksi virus kerdil rumput/kerdil hampa. Tanaman tersebut dapat berfungsi sebagai sumber virus di lapang. Di samping sebagai sumber virus, tanaman tersebut juga dapat berfungsi sebagai tempat berkembang biak atau bersembunyi wereng coklat.

Varietas Padi

Penanaman varietas padi unggul tahan wereng (VUTW) dapat secara nyata menekan populasi wereng coklat (46). Tetapi karena pada umumnya ketahanan tersebut dikontrol oleh gen tunggal, maka sifat ketahanan tersebut tidak mantap. Dalam perkembangannya, setelah ditanam beberapa musim akan timbul biotipe wereng coklat baru yang dapat mematahkan sifat ketahanan varietas tersebut. Sampai saat ini telah diidentifikasi empat gen tahan terhadap wereng coklat yaitu Bph-1 (Mudgo), Bph-2 (ASD7), Bph-3 (Rathu Henati, dan Bph-4 (Babawee).

Oryza nivara menunjukkan sifat tahan terhadap virus kerdil rumput, tetapi peka terhadap *N. lugens* (29). Sebaliknya, Mudgo bersifat tahan terhadap *N. lugens*, tetapi peka terhadap infeksi virus kerdil rumput. Hal ini berarti bahwa sifat tahan terhadap virus kerdil rumput tidak dapat selalu dikaitkan dengan adanya sifat tahan terhadap wereng coklat.

Lingkungan

Di daerah tropis, wereng coklat dapat hidup dan aktif terus sepanjang tahun. Ini berarti bahwa kepadatan populasinya tergantung kepada ketersediaan sumber makanan (50). Penanaman padi secara terus-menerus akan memacu perkembangan wereng coklat dan dapat menimbulkan ledakan serangan (*outbreak*) yang serius (40, 42). Ledakan serangan menyebabkan menyebarnya wereng melalui penerbangan (*migrasi*) jarak jauh. Penerbangan itu dimulai dari pertanaman yang telah parah terserang (*hopper burn*).

Populasi wereng coklat sering lebih meningkat selama musim hujan dibandingkan musim kemarau (63). Suhu di daerah tropis yang berkisar antara 28-30°C merupakan kondisi yang cocok untuk perkembangbiakan wereng. Suhu tinggi, curah hujan yang rendah, dan air irigasi yang cukup, sering menimbulkan ledakan wereng di Filipina (41).

Musuh-musuh alami wereng coklat seperti *Cyrtorhinus* sp., *Coccinella* sp., *Elenchus* sp., *Anagrus* sp., *Trichogamma*, dan *Haplogonatopus* sp. dapat berfungsi menjaga keseimbangan ekosistem alam sehingga tidak terjadi peningkatan populasi wereng yang mencolok.

Pengendalian Penyakit Kerdil Rumput dan Kerdil Hampa

Usaha pengendalian penyakit kerdil rumput dan kerdil hampa dapat dilakukan dengan pengintegrasian beberapa cara pengendalian dalam satu sistem. Usaha tersebut meliputi penanaman varietas tahan, penghilangan sumber virus, pengendalian vektor dengan cara bercocok tanam, pengendalian biologi, dan penyemprotan pestisida.

Varietas Tahan. Varietas padi yang tahan terhadap wereng coklat adalah VUTW-1, dan VUTW-2. VUTW-1 seperti PB26, PB28, PB30, PB34, Asahan, Citarum, dan Brantas tahan terhadap wereng coklat biotipe 1. VUTW-2 seperti PB32, PB36, PB38, PB42, Cisadane, Cimandiri, dan Ayung tahan terhadap wereng coklat biotipe 2. PB56 dan Kelara merupakan varietas yang tahan terhadap wereng coklat biotipe Sumatera Utara. Varietas lokal Sikembiri Putih dan Siansimun menunjukkan reaksi tahan terhadap kerdil rumput dan kerdil hampa (64). Varietas lokal Pulut dan Sitapas menunjukkan reaksi tahan terhadap infeksi virus kerdil hampa (73).

Menghilangkan sumber infeksi. Meskipun dilaporkan beberapa spesies tanaman selain padi dapat merupakan tanaman inang bagi virus kerdil rumput/kerdil hampa atau vektornya, namun tanaman padi tetap merupakan tanaman inang utama bagi virus dan wereng coklat. Pencabutan dan pembenaman tanaman yang terinfeksi, sisa-sisa tanaman, dan turiang dapat mengurangi penyebaran penyakit kerdil rumput/kerdil hampa. Sanitasi secara selektif terhadap tanaman yang diduga dapat berfungsi sebagai inang virus atau wereng coklat, juga sangat membantu usaha pengendalian. Mengadakan rotasi dengan tanaman palawija sangat dianjurkan bagi daerah endemis virus.

Pengendalian vektor. Pengendalian vektor dapat dilakukan melalui cara bercocok tanam, pengendalian biologi, dan penyemprotan pestisida.

Cara bercocok tanam meliputi penanaman padi secara serentak, rotasi dengan tanaman palawija, pengaturan waktu tanam dan jarak tanam, pemupukan yang tepat, dan pengaturan air irigasi (46).

Pengendalian secara biologi dilakukan dengan memanfaatkan musuh-musuh alami wereng coklat. Hal ini dapat dicapai dengan penggunaan pestisida selektif dan bijaksana dalam pengendalian vektor. Peranan musuh-musuh alami tersebut lebih ditujukan untuk mengendalikan vektor virus, tetapi jarang dapat menekan laju penyebaran penyakit virus secara memadai. Populasi predator, *Lycosa pseudoannulata* sebanyak 0,35-0,48 ekor/rumpun belum mampu mencegah timbulnya ledakan penyakit virus kerdil hampa di lapang, meskipun mampu menekan populasi wereng coklat (9). Tumbuhan tertentu juga dapat berfungsi sebagai tempat berlindung musuh-musuh alami, sehingga sanitasi harus dilakukan secara selektif.

Pemakaian pestisida harus dilakukan secara hati-hati dan bijaksana dengan mempertimbangkan aspek-aspek negatif yang mungkin terjadi seperti matinya musuh-musuh alami dan spesies nontarget, dan pencemaran lingkungan. Beberapa insektisida untuk wereng coklat antara lain Applaud 10WP, Bassa 50EC, Furadan 3G, Mipcin 50WP, dan Dharmabas 500EC.

PENYAKIT KERDIL KUNING

Gejala Penyakit

Penyakit kerdil kuning (*yellow dwarf*) mempunyai gejala yang khusus yaitu daun menguning, tanaman tumbuh kerdil, anakan banyak dengan daun yang lemas. Warna daun beragam mulai dari warna hijau kekuningan sampai hijau keputihan. Pada daun yang masih muda, umumnya terjadi khlorosis (29).

Tanaman yang terinfeksi dapat menjadi mati, tetapi pada umumnya tetap hidup sampai tua. Tanaman yang terinfeksi pada umumnya tidak menghasilkan malai, atau bila ada malai biasanya kecil dengan bulir-bulir yang tidak sempurna. Apabila tanaman terinfeksi pada akhir pertumbuhan, gejala penyakit tidak akan terlihat sampai tanaman tersebut dipanen. Gejala penyakit kerdil kuning di lapang sering baru muncul pada turiang.

Penyebab Penyakit

Penyakit kerdil kuning disebabkan oleh MLO (*mycoplasma-like organisms*). Organisme tersebut mempunyai bentuk yang beraneka macam (*pleomorph*), tidak mempunyai batas

dinding sel yang tegas, dibatasi oleh sistem membran dan di dalamnya terdapat struktur seperti DNA dan benda-benda seperti ribosoma. Ukuran MLO bervariasi antara 100-1000 nm dan di dalam tanaman terdapat di dalam sel-sel floem.

Penularan Penyakit

Penyakit kerdil kuning ditularkan oleh tiga spesies wereng hijau yaitu: *Nephotettix virescens*, *N. nigropictus*, dan *N. cincticeps* secara persisten. Periode makan perolehan minimum berkisar antara 10- 30 menit, periode inkubasi dalam tubuh serangga sebelum dapat menularkan patogen antara 20-40 hari. Sekali terinfeksi, maka serangga tersebut akan dapat menularkan MLO selama sisa akhir hidupnya. Periode makan inokulasi terpendek yang diperlukan untuk dapat menularkan MLO antara 5-10 menit. Periode inkubasi dalam tubuh tanaman sampai menimbulkan gejala pertama antara 23-90 hari (25).

Penyakit kerdil kuning tidak ditularkan melalui telur serangga vektor. Penyakit tersebut juga tidak ditularkan melalui biji, air, tanah, atau secara mekanik.

Tanaman Inang

Tanaman Inang MLO

Tanaman padi merupakan tanaman inang utama dari penyakit kerdil kuning. Selain padi, beberapa tanaman yang dilaporkan dapat terinfeksi penyakit ini adalah *Alopecurus aequalis*, *Glyceria acutiflora*, dan *Oryza cubensis*.

Tanaman Inang Vektor

Lihat tanaman inang vektor pada penyakit tungro.

Penyebaran Penyakit

Penyakit kerdil kuning terdapat di Jepang, Taiwan, Sri Lanka, India, Pakistan, Muangthai, Filipina, Malaysia, dan Cina bagian Selatan (1, 7, 47, 52). Di Indonesia, penyakit kerdil kuning dilaporkan terdapat di Jawa Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan (64).

Di daerah tropis, pada umumnya penyakit kerdil kuning terjadi secara sporadis dan kurang mempunyai arti ekonomi yang penting. Infeksi sering terjadi pada tingkat akhir pertumbuhan dan gejala baru tampak pada turian. Tetapi di Taiwan dan Jepang, penyakit kerdil kuning sering menimbulkan kerugian yang besar dengan 70-80% rumpun padi dapat terinfeksi dan menimbulkan kerugian kehilangan hasil sampai 50%.

PENYAKIT DAUN JINGGA

Gejala Penyakit

Di lapang, tanaman yang terinfeksi penyakit daun jingga mudah dikenali dengan adanya warna jingga yang mencolok pada daun-daunnya. Warna jingga tersebut mula-mula tampak pada daun di sebelah bawah, mulai dari ujung daun dan selanjutnya meluas ke seluruh permukaan daun. Daun yang sakit akhirnya menggulung ke dalam dan menjadi kering. Tanaman yang terinfeksi pada umumnya menjadi mati sebelum berbunga, terutama bila infeksi terjadi pada awal pertumbuhan. Bila infeksi terjadi pada tingkat pertumbuhan akhir, perkembangan malai terhambat dan bulir tidak terisi sempurna (29). Jumlah anakan dan pertumbuhan akar tanaman yang terinfeksi menjadi berkurang (29, 61, 62).

Penyebab Penyakit

Penyakit daun jingga mula-mula diperkirakan disebabkan oleh semacam virus. Namun dengan ditemukannya organisme seperti mikoplasma (MLO = *mycoplasma-like organisms*) pada beberapa tanaman yang terinfeksi penyakit golongan penyakit menguning (*yellow diseases*), maka kemungkinan MLO sebagai penyebab penyakit daun jingga mulai diperhatikan. Baru pada tahun 1976, Saito *et al.* (61) melaporkan adanya MLO pada sel-sel floem tanaman padi yang terserang penyakit daun jingga. Penelitian oleh beberapa peneliti berikutnya mendukung hasil tersebut (62).

Penularan Penyakit

Penyakit daun jingga pada tanaman padi ditularkan oleh wereng daun zigzag *Recilia dorsalis* secara persisten. Periode makan perolehan minimum bagi serangga untuk menghisap patogen berkisar antara 3-5 jam, masa inkubasi dalam tubuh serangga sebelum dapat menularkan antara 2-6 hari, periode makan inokulasi minimum antara 3-6 jam (26,50). Periode inkubasi pada tanaman sampai menimbulkan gejala pertama lebih kurang 13-19 hari (29).

Tanaman Inang

Sampai saat ini, tanaman padi merupakan satu-satunya tanaman inang dari MLO penyebab penyakit daun jingga. Wathanakul (29) mencoba menginokulasi 29 spesies tanaman dengan menggunakan serangga *R. dorsalis* yang terinfeksi, ternyata tidak ada satu tanaman pun yang menjadi terinfeksi.

Penyebaran Penyakit

Di luar negeri, penyakit daun jingga pada tanaman padi ditemukan di Malaysia, Muangthai, Filipina, Sri Lanka, dan India (29, 66). Di Indonesia, seperti halnya di negara-negara lain, penyakit daun jingga kurang mempunyai arti ekonomi yang penting. Hal ini mungkin disebabkan karena tanaman yang terinfeksi penyakit pada umumnya menjadi mati sehingga secara tidak langsung merupakan faktor pembatas bagi perkembangan penyakit tersebut. Kemungkinan lain, populasi serangga *R. dorsalis* yang merupakan vektor penyakit tersebut, cukup rendah di lapang. Penyakit daun jingga pernah ditemukan di Jawa Barat dan Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ang, O.C. and Soon, G.L. 1978. Plant diseases due to mycoplasmas- like-organisms in Malaysia. FFTC Book Series No. 13, Taiwan 52-60.
2. Aguiro, V.M. and K.C. Ling. 1977. Transmission of rice grassy stunt by three biotypes of *Nilaparvata lugens*. Int. Rice Res. Newsl. 2(6): 12.
3. Anjaneyulu, A. 1975. *Nephotettix virescens* (Distant) nymphs and their role in the spread of rice tungro virus. Curr. Sci. 44: 357-358.
4. Anjaneyulu, A., V.D. Shukla, G.M. Rao, and K. Singh. 1981. Perpetuation of rice tungro virus and its vectors. Int. Rice Res. Newsl. 6: 12.
5. Chen, M.J. 1978. Electron microscope observations of several plant- infecting mycoplasma-like organisms. Plant Diseases Due to Mycoplasma-Like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan 13-23.
6. Chetanachit, D., M. Putta, and S. Disthaporn. 1978. Rice ragged stunt in Thailand. Int. Rice Res. Newsl. 3(4): 15.
7. Chiu, R.J. 1978. Plant diseases in Taiwan due to mycoplasma-like organisms. Plant Diseases Due to Mycoplasma-like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan, Republic of China. 5-12.
8. Dwidja Putra, I.G.P. 1989. Peranan predator wereng coklat (*Lycosa pseudoannulata*) terhadap intensitas penyakit virus kerdil hampa pada padi. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI, 14-16 November 1989. Denpasar, hal: 55-57.
9. Fernando, H.E. 1975. The brown planthopper problem in Sri Lanka. Rice Entomol. Mewsl. 2: 34-36.
10. Galves, G.E. 1971. Rice tungro virus. C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses No. 67. 3p.

11. **Glaves, G.E., Shikata, and M.S.A. Miah. 1971.** Transmission and electron microscopy of rice tungro virus strain. *Phytopath. Z.* 70: 53-61.
12. **Hasanuddin, A. and H. Hibino. 1989.** Grain yield reduction, growth retardation, and virus concentration in rice plants infected with tungro - associated virus. *TARC, Tropical Agric. Series No. 22:* 56- 73.
13. **Hasanuddin, A. 1989.** Indexing resistance and/or tolerance to tungro agents based on symptom severity. *Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI, 14-16 November 1989. Denpasar, hal.:* 59-66.
14. **Heinrichs, E.A. and G.S. Khush. 1978.** Ragged stunt virus disease in India and Sri Lanka. *Int. Rice Res. Newsl.* 3(2): 13.
15. **Hibino, H. 1979.** Rice ragged stunt, a new disease occurring in tropica Asia. *Rev. of Plant Protection Res.* 12: 98-110.
16. **Hibino, H. and P.Q. Cabauatan. 1983.** Serological relations between rice grassy stunt and the unknown disease of rice transmitted by *Nilaparvata lugens* Stal. in the Philippines. *Int. Rice Res. Newsl.* 8(..): 12.
17. **Hibino, H., M. Roechan, S. Sudarisman, and D.M. Tantera. 1977.** A virus disease of rice (kerdil hampa) transmitted by brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal., in Indonesia. *Contr. Res. Inst. Agric. Bogor. No.* 35.
18. **Hibino, H., M. Roechan, and S. Sudarisman. 1978.** Association of two types of virus particles with *penyakit habang* (tungro disease) of rice in Indonesia. *Phytopathology* 68: 1412-1416.
19. **Hibino, H., N. Saleh, and M. Roechan. 1978.** Negative transmission of ragged stunt rice through rice seeds and brown planthopper eggs. *GEU Meeting. CRIA.* 3p.
20. **Hibino, H., N. Saleh, and M. Roechan. 1979.** Transmission of two kinds of rice tungro-associated viruses by insect vectors. *Phytopathology* 69: 1266-1268.
21. **Hibino, H., N. Saleh, and M. Roechan. 1979.** Reovirus-like particles associated with rice ragged stunt disease rice and insect vector cells. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45: 228-139.
22. **Hibino, H., P.Q. Cabauatan, T. Omura, and T. Tsuchizaki. 1983.** Purification and serological properties of rice grassy stunt virus-2. *Int. Rice Res. Newsl.* 8(6): 11.
23. **Hibino, H., T. Usugi, and T. Omura. 1983.** Morphology and serological relationship of grassy stunt associated filamentous nucleo-protein and rice stripe virus. *Int. Rice Res. Newsl.* 8(..): 8.
24. **Hibino, H., T. Usugi, and T. Tsuchizaki. 1983.** Purification and properties of grassy stunt associated filamentous particles. *Int. Rice Res. Newsl.* 8(..): 10.

25. Hirao, J. and H. Inoue. 1978. Bionomics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*, in relation to the incidence of rice yellow dwarf disease in Japan. Plant Disease Due to Mycoplasma-like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan, 143-157.
26. Ling, K.C. 1966. Non persistence of tungro virus of rice in its leafhopper vector, *Nephotettix impicticeps*. Phytopathology 56: 1252- 1256.
27. Ling, K.C. 1968. Hybrids of *Nephotettix impicticeps* Ist. and *N. apicalis* (Motsch) and their ability of transmit the tungro virus of rice. Bulletin of Entomol. Res. 58: 393-398.
28. Ling, K.C. 1970. Ability of *Nephotettix apicalis* to transmit the rice tungro virus. J. Economic Entomol. 63: 582-586.
29. Ling, K.C. 1972. Rice virus disease. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. 134p.
30. Ling, K.C. 1974. The capacity of *Nephotettix virescens* to infect rice seedling with tungro. Philippine Phytopath. 10: 42-49.
31. Ling, K.C. 1975. Experimental epidemiology of rice tungro disease. Effect of Some Factors of Vector *N. virescens* on Disease Incidence. Philippine Phytopathology 11: 11-20.
32. Ling, K.C. 1975. Experimental epidemiology of rice tungro disease. Effect of Virus Source on Disease Incidence. Plant Diseases due to Mycoplasma-like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan. 11: 21- 31.
33. Ling, K.C. 1977. Rice ragged stunt disease. Int. Rice Res. Newsl. 2(5): 6-7.
34. Ling, K.C., and E.B. R. Tongco. 1975. Effect of temperature on the transmission of rice tungro virus by *N. virescens*. Plant Diseases due to Mycoplasma-like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan. 11: 46-56.
35. Ling, K.C., and V.M. Aguiro. 1977. Transmission of rice ragged stunt by biotype of *Nilaparvata lugens*. Int. Rice Res. Newsl. 2(6): 12.
36. Ling, K.C., and V.M. Aguiro. 1977. Host range of rice ragged stunt virus. Int. Rice Res. Newsl. 3(2): 8.
37. Ling, K.C., E.R. Tongco, V.M. Aguiro, and P.Q. Cabauatan. 1978. Rice ragged stunt disease in the Philippines. IRRI Res. Paper Series 16: 25p.
38. Ling, K.C., V.M. Aguiro, and S.H. Lee. 1970. A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. Plant Rep. 54: 565-569.
39. Manwan, I., S. Sama, and S.A. Rizvi. 1987. Management strategy to control rice tungro in Indonesia. Proc. Workshop on Rice Tungro Virus. AARD-MORIF. Hal.: 92-97.

40. Mochida, O. 1977. Taxonomy and biology of *Nilaparvata lugens* (Hom. Delphacidae). Brown planthopper Symposium, April 18-22, 1977. IRRI Los Banos, Laguna, Philippines. 75p.
41. Mochida, O. and V.A. Dyck. 1977. Bionomic of brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal. The Rice Planthopper Proc. Int. Seminar Tokyo, October 1976. 192-198.
42. Mochida, I., M. Suhardjan, S. Sama, and P. Van Halteren. 1975. Brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Reports from several countries. Rice Entomol. Newsl. 2: 3.
43. Morinaka, T., D. Chettanachit, M. Putta, and S. Disthaporn. 1981. *Nilaparvata bakeri* transmission of rice ragged stunt virus. Int. Rice Res. Newsl. 6: 12.
44. Morinaka, T., M. Putta, D. Chettanachit, A. Parejarean, and S. Disthaporn. 1983. Transmission of rice ragged stunt disease in Thailand. JARQ 17: 138-144.
45. Oka, I.N. 1984. Potensi pengintegrasian dalam pengendalian hama di tingkat petani. J. Litbang Pertanian 3((1): 24-33.
46. Oka, I.N. and I. Manwan. 1977. Integrated control of the brown planthopper in Indonesia. Paper presented at Pacific Science Association Symposium. Denpasar, Indonesia. July, 1977. 21p.
47. Okuda, S. 1978. Plant diseases due to mycoplasma-like organisms in Japan. Plant Diseases due to Mycoplasma-like Organisms. FFTC Book Series No. 13, Taiwan, 24-28.
48. Palmer, L.T. and Y. Pariaman. 1977. Rice ragged stunt in Indonesia. Int. Rice Res. Newsl. 2(5): 5-6.
49. Palmer, L.T., Y. Pariaman, and O. Mochida. 1978. The distribution of ragged stunt disease and its resulting rice yield reduction in Indonesia. Int. Rice Res. Newsl. 3(3): 15.
50. Pathak, M.D. 1968. Ecology of common insect pest of rice. Ann. Rec. Entomol. 13: 257-294.
51. Pathak, M.D. 1972. How to protect rice from the tungro virus. Saturday Seminar IRRI. 17p.
52. Quebral, F.Q. 1978. Plant disease in the Philippines presumed to be due to mycoplasma-like organisms. FFTC Book Series No. 13. Taiwan, 46-51.
53. Rivera, C.T., S.H. Ou, and D.M. Tantera. 1967. Tungro disease of rice in Indonesia. Plant Dis. Rep. 51.

54. Rivera, C.T., S.H. Ou, and M.D. Pathak. 1963. Transmission studies of orange-leaf disease of rice. *Plant Dis. Rep.* 47: 1045-1048.
55. Rivera, C.T., S.H. Ou, and T.T. Iida. 1966. Grassy stunt disease of rice and its transmission by planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. *Plant Dis. Rep.* 50: 453-456.
56. Sama, S., I. Manwan, dan A. Hasanuddin. 1982. Pengaruh pergiliran varietas terhadap pengendalian wereng hijau *Nephotettix virescens* sebagai penular penyakit tungro pada tanaman padi. Seminar Intern Puslitbang Tanaman Pangan. 20p.
57. Shukla, V.D. and A. Anjaneyulu. 1981. Adjusment of planting dates to reduce rice tungro disease. *Plant Disease* 65(5): 409-411.
58. Shukla, V.D. and A. Anjaneyulu. 1981. Plant spacing to reduce rice tungro incidence. Plant Disease due to Mycoplasma-like organisms. FFTC Book Series No. 13. 65(7): 584-586.
59. Saito, Y. 1979. Interrelationship among waika disease, tungro and other similar diseases of rice in Asia. *Tropical Agric. Res.* Series No. 10: 129-135.
60. Saito, Y., M. Roechan, D.M. tantera, and M. Iwaki. 1975. Small bacilliform particles associated with *penyakit habang* (tungro-like) disease of rice in Indonesia. *Phytopathology* 65: 793-796.
61. Saito, y., U. Chaimongkol, K.G. Singh, and T. Hino. 1976. Mycoplasma-like bodies associated with rice orange leaf diseases. *Plant Dis. Rep.* 60(8): 649-651.
62. Saleh, N., H. Hibino, M. Roechan, and D.M. Tantera. 1978. Plant diseases associated with mycoplasma-like organism. Plant Diseases due to Mycoplasma-like Organism. FFTC Book Series No. 13. Taiwan, 61-67.
63. Samino Wirjosuhardjo. 1976. Beberapa aspek mengenai wereng padi. Seminar Wereng Tanaman Padi di Yogyakarta, 1-3 Juni 1976. 16p.
64. Satomi, H. 1972. Yellow dwarf disease of rice in Indonesia. Paper presented at SEAR Symposium on Plant Diseases in the Tropics, Yogyakarta, September 11-15, 1972. 1p (Abstract).
65. Shikata, E., T. Senboku, K. Kamjaipai, T.G. Chou, E.R. Tiongco, and K.C. Ling. 1979. Rice ragged stunt virus, a new member of plant reovirus group. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45: 436-443.
66. Sings, K.G. 1972. Virus diseases of rice in Malaysiia. SEAR Symposium on Plant Disease in the Tropics, Yogyakarta, September 11- 15, 1972.
67. Siwi, S.S., and D.M. Tantera. 1981. Rice tungro disease outbreak and changes of dominant *Nephotettix*. Intern Seminar CRIA. 34p.

68. Subrata, J.D.P. dan N. Saleh. 1982. Hubungan virus-vektor penyakit tungro pada padi. Seminar Intern BPTP. 14p.
69. Sumardiyono, Y.B. dan H. Jumanto. 1976. Beberapa pengamatan epidemi penyakit kerdil rumput di Daerah Istimera Yogyakarta. Seminar Hama Wereng Tanaman Padi di Yogyakarta, 1-3 Juni 1976. 6h.
70. Tantera, D.M. 1976. Hubungan antara wereng dan virus yang ditularkannya. Seminar Hama Wereng Tanaman Padi di Yogyakarta, 1-3 Juni 1976. 6h.
71. Tantera, D.M. H. Satomi, and M. Roechan. 1973. Grassy stunt disease of rice in Indonesia. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor. No. 2: 8p.
72. Valusamy, R., M. Balasubranian, and P.V. Subbrao. 1979. Rice ragged stunt disease in India. Int. Rice Res. Newsl. 4(1): 4-5.
73. Warsidi Hadi, dan M. Roechan. 1979. Uji ketahanan varietas/galur- galur padi terhadap virus kerdil hampa di rumah kaca. Laporan Percobaan MP 1978/79. 31h.
74. Warsidi Hadi, Soetjipto K., dan T. Soewito. 1978. Reaksi varietas- varietas padi lokal dan pertanaman introduksi terhadap penyakit kerdil hampa dan kerdil rumput di KP Muara MK 1977. Rapat GEU, 2 Mei 1978. 19h.
75. Weerapat, P., S. Prangpaset. 1978. Ragged stunt in Thailand. Int. Rice Res. Newsl. 3(1): 11.

- I.N. Oka dan Bahagiawati A.H. **Pengendalian Hama Terpadu**
- Baehaki S.E dan Mohammad Iman. **Status dan Pengendalian Hama Wereng**
- J. Soejitno. **Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi**
- Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi. **Walang Sangit dan Hama Minor Lain**
- Rochman dan Dandi Sukarna. **Pengendalian Hama Tikus**
- Edi Soenarjo. **Pengendalian Hama Ganjur**
- Suyono dan Dandi Sukarna. **Hama Pascapanen dan Pengendaliannya**
- M. Machmud dan M. Herman. **Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya**
- A. Mukelar dan M.K. Kardin. **Pengendalian Penyakit Jamur**
- M. Machmud. **Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya**
- Nasir Saleh dan D.M. Tantera. **Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi**
- Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani. **Mutu Beras**
- Soemardi dan Ridwan Thahir. **Penanganan Pascapanen**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan**