



**Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III
Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993**

Kinerja Penelitian Tanaman Pangan

Buku 2

**Padi – Bioteknologi, Pemuliaan,
Budi Daya, dan Proteksi**

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

CGPRT
Library



103932



**Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III
Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993**

Kinerja Penelitian Tanaman Pangan

09 NOV 1995

Buku 2

**Padi – Bioteknologi, Pemuliaan,
Budi Daya, dan Proteksi**

Penyunting:

Mahyuddin Syam
Hermanto
Arif Musaddad
Sunihardi

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
1995**

633.1/4

KIN Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Buku 2. – Mahyuddin Syam; Hermanto; Arif Musaddad; Sunihardi (*Eds.*). – Bogor; Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 1995.
vi, hal 347–673; ills; 1,5 cm.

I. Syam, M.

II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ISBN : 979-8161-50-5

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Jl. Merdeka 147 Bogor 16111 Telp. (0251) 334089, 331718

Fax. (0251) 312755

Pengantar

Kegiatan penelitian tanaman pangan telah memberi kontribusi yang cukup besar dalam pembangunan pertanian. Hal itu, antara lain tercermin dari berkembang dan diterapkannya teknologi yang dihasilkan yang mampu meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Teknologi varietas unggul, misalnya, telah dikenal dan diadopsi oleh petani secara luas. Berbagai teknologi lainnya pun, seperti pengendalian hama/penyakit, sistem usahatani, dan penanganan pra- dan pascapanen tanaman pangan telah diterapkan pula oleh sebagian petani di pedesaan.

Sejalan dengan perkembangan pembangunan di segala bidang, akhir-akhir ini muncul berbagai isu yang menuntut perubahan orientasi penelitian. Isu sistem produksi dilanjutkan, misalnya, perlu dijadikan acuan dalam menentukan arah penelitian dalam PJP II mengingat isu ini berkaitan erat dengan pelestarian lingkungan yang telah menjadi komitmen internasional. Isu ini perlu pula dipadukan dengan upaya pencapaian dan pelestarian swasembada pangan, peningkatan pendapatan petani dan pengembangan agribisnis untuk mengentaskan kemiskinan.

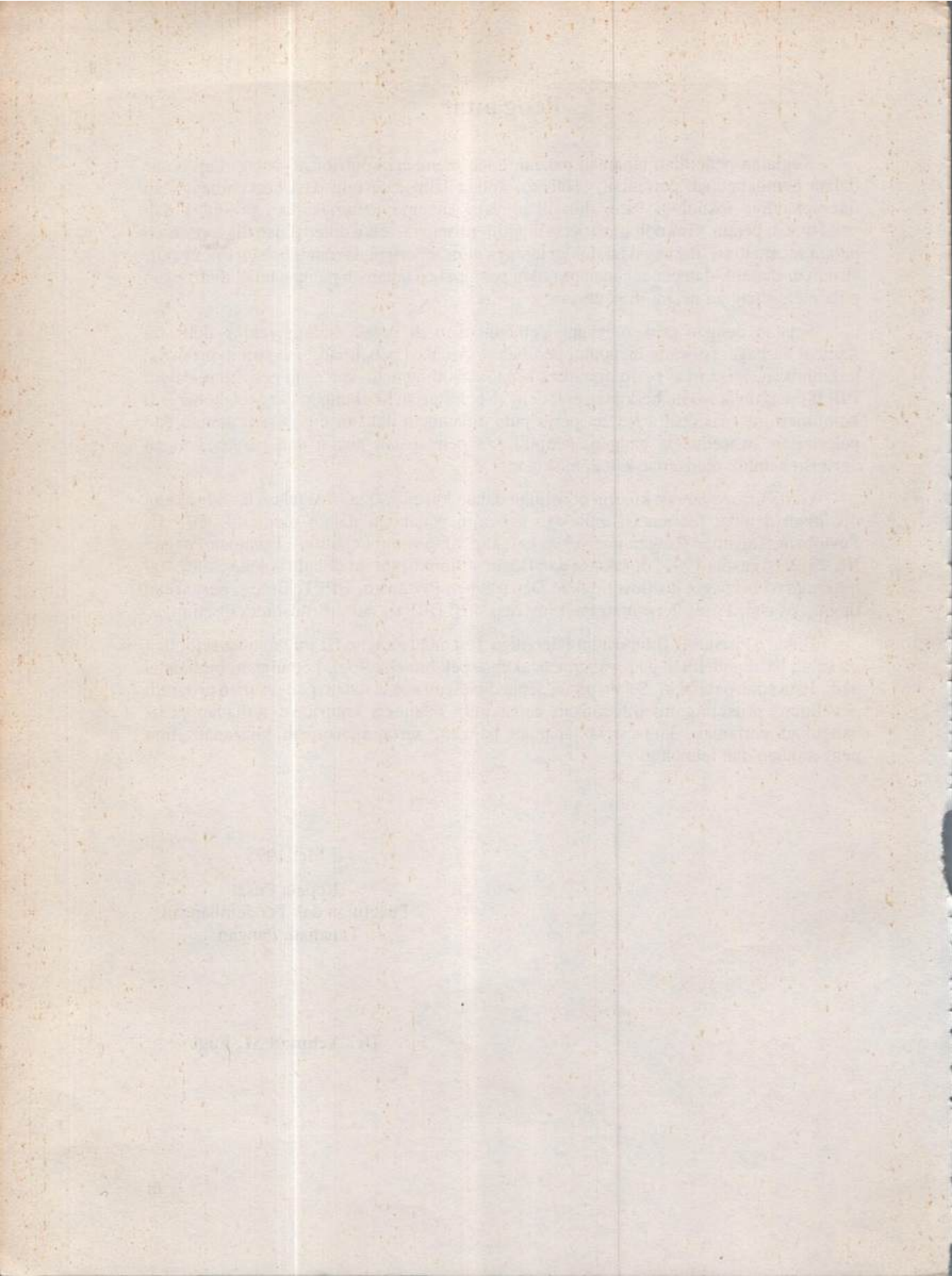
Guna mengevaluasi kinerja penelitian dalam kurun waktu lima tahun terakhir yang dikaitkan dengan reorientasi arah dan program penelitian dalam memasuki PJP II, Puslitbang Tanaman Pangan menyelenggarakan Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, 23-25 Agustus 1993, di Jakarta dan Bogor. Simposium ini dihadiri oleh sekitar 400 peserta dari berbagai institusi lingkup Departemen Pertanian, BPPT, Bulog, perguruan tinggi, swasta, Pusat Penelitian Padi Internasional (IRRI), dan institusi terkait lainnya.

Buku 2 Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III ini memuat sejumlah makalah hasil penelitian padi yang mencakup aspek bioteknologi, pemuliaan, budi daya padi, hama dan penyakit. Selain untuk dapat dijadikan acuan dalam penyusunan program penelitian, prosiding ini diharapkan dapat pula memberi kontribusi terhadap pembangunan pertanian, khususnya tanaman pangan, serta menambah khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi.

Mei 1995

Kepala Pusat
Penelitian dan Pengembangan
Tanaman Pangan,

Dr. Achmad M. Fagi



Daftar Isi

Pengantar	iii
Pemuliaan dan Biologi Molekuler <i>Sugiono Moeljopawiro dan Masdiar Bustamam</i>	347
Pemanfaatan <i>Bacillus Thuringiensis</i> untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Pangan <i>Sutaryo Brotonegoro</i>	362
Kultur Anther dalam Pemuliaan Tanaman Padi <i>Mohammad Fatchurochim Masyhudi</i>	370
Aplikasi Teknik Serologi dalam Mendiagnosis Penyakit Virus Tanaman Pangan <i>M. Muhsin, I. Manzila, Jumanto H. dan Roechan M.</i>	382
Peningkatan Keragaman Genetik Ketahanan Varietas Padi Sawah Terhadap Wereng Coklat <i>T. Soewito, A.A.N.B. Kamandalu dan Sularjo</i>	387
Perbaikan Varietas Padi Sawah Mendukung Pelestarian Swasembada Beras.... <i>T. Soewito, Z. Harahap, dan Suwarno</i>	398
Evaluasi Keragaman Genetik Plasma Nutfah Padi <i>T. Sudiary Silitonga, Hartini R. Hifni, Mukelar Amir, Kosim Kardin dan Irwan Nasution</i>	412
Pemuliaan Padi Aromatik dan Ketan ... <i>Adijono Pa, Bambang K., Allidawati dan Suwarno</i>	422
Perbaikan Varietas Padi untuk Menunjang Usahatani di Lahan Pasang Surut dan Lebak..... <i>Suwarno dan T. Suhartini</i>	429
Perbaikan Varietas Padi Gogo..... <i>E. Lubis, Z. Harahap, M. Diredja dan B. Kustianto</i>	437
Perbaikan Varietas Padi Gogo pada Lahan Kering Marginal <i>Abdul Kaher</i>	448
Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Sawah Keracunan Besi di Kalimantan Selatan..... <i>Muhrizal Sarwani, Achmadi Jumberi, dan Aidi Noor</i>	460
Masalah Pencemaran Kadmium (Cd) pada Padi Sawah <i>Sismiyati Roechan, Irwan Nasution, Lalu Sukarno dan A.K. Makarim</i>	477
Perbaikan Ketahanan Varietas Padi Sawah terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri Strain III dan IV..... <i>Bambang K., T. Sudiary, dan Hartini R.H.</i>	494
Penyakit Hawar Daun Bakteri Padi di Indonesia <i>Hartini R. Hifni</i>	503
Strategi Pengendalian Hama Utama Padi Menggunakan Musuh Alami <i>Baehaki S.E. dan M. Arifin</i>	510
Penggerek Batang Padi dan Strategi Pengendaliannya di Sulawesi Selatan <i>Djafar Baco, M. Yasin dan Surtikanti</i>	528
Biosistematika Wereng Hijau Genus <i>Nephotettix</i> (Homoptera, Cicadellidae) sebagai Vektor Penyakit Virus Tungro Padi <i>Sri Suharni Siwi</i>	542
Dampak Penggunaan Insektisida dalam Pengendalian Hama Wereng Coklat dan Penggerek Batang Padi <i>Djatnika Kilin, I.W. Laba dan P. Panudju</i>	562

Prospek Penggunaan Feromon Sintetis dalam Pengendalian Hama Tanaman Pangan.....	<i>Hendarsih Suharto dan S. Kartaatmadja</i>	576
Status dan Pengendalian Blas di Indonesia	<i>Mukelar Amir dan Anggiani Nst.</i>	583
Teknologi Pengendalian Penyakit Blas pada Padi Gogo di Lahan Kering Masam	<i>Amril B., A. Azis, dan Nasrun D.</i>	593
Status Ketahanan Varietas Padi Terhadap Penyakit Blas di Kalimantan Selatan	<i>Mukhlis</i>	602
Pengendalian Gulma dan Budi Daya Padi Sebar Langsung di Lahan Sawah Irigasi dan Tadah Hujan	<i>H. Pane, T.M. Gurning dan Achmad M. Fagi</i>	608
Teknologi Pengendalian Gulma pada Pertanaman Padi di Sawah Pasang Surut	<i>S. Smith Simatupang, Dakhyar Nazemi dan Arief Budiman</i>	624
Beberapa Penyakit Penting Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Kosim Kardin, Mukelar Amir dan Hartini R. Hifni</i>	634
Hama Utama Tanaman Pangan pada Sistem Usahatani di Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan.....	<i>Suwalan, S., I. G. Ismail dan Rochman</i>	647
Kajian Habitat dan Perilaku Tikus sebagai Dasar Pengendalian Secara Terpadu	<i>Rochman dan Joko Priyono</i>	657
Pengendalian Hama Tikus di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan.....	<i>M. Thamrin, S. Asikin dan M.Z. Hamijaya</i>	665

Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Sawah Keracunan Besi di Kalimantan Selatan

Muhrizal Sarwani, Achmadi Jumberi, dan Aidi Noor

Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru

ABSTRAK

Keracunan besi pada padi sawah dapat dijumpai di berbagai daerah di Indonesia. Gejala tanaman padi yang keracunan besi dicirikan oleh warna kuning jingga atau coklat kemerahan pada daun tua tanaman. Penurunan hasil padi karena keracunan besi berkisar antara 25-50%. Sejak MT 1989/90, Balitan Banjarbaru telah melaksanakan serangkaian penelitian untuk mengatasi kendala tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab primer keracunan besi adalah rendahnya kadar K di dalam tanah dan lokasinya yang berdekatan dengan pegunungan yang kaya akan besi. Pemupukan K dapat menekan keracunan besi, sedangkan pemupukan P tidak. Pemupukan K sampai dengan 150 kg K_2O /ha meningkatkan hasil hampir dua kali lipat. Aplikasi pupuk K secara bertahap (diberikan dua atau tiga kali) atau ditunda sampai tanaman berumur 30 hst dapat meningkatkan hasil padi masing-masing 9,4%; 10,7% dan 20% dibandingkan kalau pupuk K diberikan seluruhnya pada saat tanam. Hasil padi juga meningkat 18,0% dan 15,7% jika dilakukan drainase masing-masing dua dan empat kali selama pertumbuhan tanaman. Pengelolaan lahan keracunan besi memerlukan pengetahuan tentang penyebab primer keracunan besi. Dalam kasus di Kalimantan Selatan, keracunan besi dirangsang oleh kahat K. Karena itu, pengelolaan pupuk K di lahan sawah keracunan besi diarahkan untuk mempertahankan unsur K dalam tanah pada taraf yang tersedia bagi tanaman melalui penggunaan pupuk berimbang, pemisahan atau penundaan pemberian pupuk K sesuai kebutuhan tanaman, manipulasi sistem oksidasi-reduksi melalui drainase, dan penggunaan bahan organik.

PENDAHULUAN

Tanaman padi yang mengalami keracunan besi dapat dijumpai di hampir seluruh negara penghasil padi di dunia, terutama di Asia Tenggara. Di Indonesia, gejala keracunan besi pertama kali dilaporkan keberadaannya di Cihea, Jawa Barat (Ismunadji *et al.* 1973); kemudian di berbagai lokasi di Jawa (Ottow *et al.* 1991); di Sitiung, Sumatera Barat (Zaini *et al.* 1987); Lampung (Makarim *et al.* 1989, Ismunadji *et al.* 1991), Karang Agung dan Kayu Agung, Sumatera Selatan; di daerah delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan (Sarwani *et al.* 1992) dan di beberapa daerah di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur (Sarwani dan Jumberi, komunikasi pribadi); serta di Sulawesi Tengah (Andyantorono dan Slamet 1991).

Menurut prakiraan Ismunadji dan Sabe (1988), luas pertanaman padi sawah yang keracunan besi di Indonesia sekitar satu juta hektar. Angka ini akan membesar jika varietas padi yang ditanam bersifat peka terhadap keracunan besi, seperti varietas IR64 dan PB26, apalagi kalau diikuti dengan pemupukan N tanpa diimbangi dengan pemupukan P dan K (Ottow *et al.* 1982, Prade *et al.* 1988, Ismunadji dan Ardjasa 1988).

Penyebab keracunan besi pada padi beragam dan tidak hanya ditentukan oleh faktor tanah seperti rendahnya pH, kadar besi yang tinggi (Ponnamperuma 1977, Bremen dan Moorman 1978), kahat hara dan tidak seimbangnya hara tanah (Tanaka dan Tadano 1972, Benckiser *et al.* 1984, Yamauchi 1989), tetapi juga dapat disebabkan oleh keadaan air irigasi dan lokasi (Ponnamperuma 1977, Sahrawat 1979, Bremen dan Moorman 1978). Karena itu, keracunan besi juga dapat diatasi dengan berbagai cara, tergantung penyebab primernya. Di antara cara yang dianjurkan adalah memperbaiki saluran drainase, pemberian kapur, pupuk K (KCl atau abu sekam), atau pupuk P (Sarwani dan Jumberi 1991, Yamauchi 1989). Bahan organik juga dianjurkan sebagai alternatif pengendalian di samping penggunaan varietas toleran (Sarwani 1992).

GEJALA KERACUNAN BESI PADA PADI SAWAH

Banyak istilah yang dipakai untuk menyatakan gejala keracunan besi pada padi sawah. Petani Sri Lanka menyebutnya *bronzing* (merah tembaga), dan di Filipina disebut *yellowing* (kekuningan), di Malaysia penyakit merah, dan "akagare I dan II" di Jepang (Ottow *et al.* 1982). Di beberapa daerah di Indonesia, gejala keracunan besi disebut pula dengan nama *mentek* (penyakit merah) dan *mutut* (terhambatnya perkembangan daun bendera) (Ismunadji, komunikasi pribadi). Oleh petani Banjar, gejala keracunan besi disebut penyakit *habang*, terutama di Kabupaten Hulu Sungai.

Gejala keracunan besi pada tanaman padi dimulai dengan terbentuknya bintik-bintik kecoklatan pada ujung daun tua, kemudian berkembang menjadi merah kecoklatan, oranye, atau kekuningan pada seluruh daun yang kemudian menjadi kering dan menggulung. Tanaman yang mengalami keracunan, perakarannya pendek, kasar, dan berwarna kecoklatan. Dalam keadaan parah, akar tanaman membusuk. Gejala ini dapat muncul pada setiap fase pertumbuhan tanaman, tetapi umumnya pada saat berbunga dan keluar malai.

Rendahnya produksi padi yang keracunan besi berkaitan dengan tingginya jumlah gabah hampa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi yang keracunan besi hasilnya turun sebesar 50-90%. Sementara itu, Ismunadji *et al.* (1973) melaporkan pula bahwa tanaman yang keracunan besi hasilnya 52% di bawah hasil tanaman sehat (2,3 t/ha vs 5,6 t/ha). Pada beberapa kasus berat seperti yang terjadi di Casamansa, Senegal, keracunan besi pada tanah sulfat masam dapat menurunkan hasil padi hampir 90% (Prade *et al.* 1988). Hasil survei di Kabupaten Hulu Sungai, Kalimantan Selatan, menunjukkan bahwa hasil tanaman yang keracunan besi menurun antara 25-50%.

PENYEBAB DAN MASALAH KERACUNAN BESI

Keracunan besi pada padi dapat terjadi karena kelebihan serapan besi (> 300 ppm) oleh tanaman. Penyebabnya beragam, antara lain kondisi lingkungan fisik dan/atau kondisi fisik/kimia tanah yang tidak menguntungkan (Bremen dan Moorman 1978, Ottow *et al.* 1982). Beberapa peneliti menghubungkannya dengan pH tanah yang rendah, tingginya kadar larut Fe^{++} (Ponnamperuma 1977, Bremen dan Moorman 1978) dan peranan kalium (Tanaka dan Tadano 1972, Ismunadji *et al.* 1973).

Keracunan besi juga dapat terjadi karena stres hara ganda (Ottow *et al.* 1982, Benckiser *et al.* 1984), yaitu kahat P, K, dan unsur hara lainnya (Ca dan Zn) mengakibatkan lemahnya sistem perakaran sehingga Fe secara otomatis terserap oleh tanaman. Dari beberapa hasil penelitian, Ottow *et al.* (1991) menyimpulkan bahwa keracunan besi lebih banyak disebabkan oleh stres hara ganda (*multiple nutritional stress*) daripada pH tanah yang rendah atau kadar besi aktif yang tinggi dalam tanah.

Kondisi spesifik yang dapat menyebabkan keracunan besi adalah buruknya drainase. Umumnya, lokasi yang berdrainase buruk terdapat di daerah cekungan dengan permeabilitas tanah yang rendah. Tingginya kadar besi (aktif) di tanah merupakan penyebab keracunan besi yang potensial.

Pengendalian keracunan besi tergantung kepada kondisi hara yang menjadi penyebab primer keracunan. Oleh karena itu, hasil analisis jaringan tanaman sebenarnya dapat dijadikan pedoman dalam melihat penyebab primer keracunan. Gejala yang ditimbulkan keracunan pada tanaman, kondisi lingkungan spesifik seperti daerah cekungan, dan analisis tanah, juga dapat digunakan sebagai kriteria pengendalian keracunan besi.

Pada tanaman padi yang keracunan besi, kadar kalium dan silikat dalam jaringan tanaman umumnya rendah, sehingga tanaman dapat menjadi rentan terhadap penyakit. Tanaman yang keracunan besi dan kahat kalium mudah tertular penyakit bercak coklat (Prayudi, komunikasi pribadi).

Penyakit bercak hitam pada padi (*rice kernels black-spot*) yang disebabkan oleh *Alternaria padwickii* dilaporkan keberadaannya pada sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan yang juga mengalami keracunan besi dalam skala luas (Prayudi dan Rystham 1990). Diperkirakan, penyakit ini akan cepat berkembang pada tanaman padi yang keracunan besi.

Hasil pengamatan terhadap padi pasang surut di Kalimantan Selatan menunjukkan bahwa penyakit bercak coklat (*Drechslera oryzae*) berasosiasi dengan tanaman yang keracunan besi (Azidin, komunikasi pribadi). Hamda *et al.* (1990) melaporkan, penyakit bercak coklat bergaris (*Cercospora oryzae*) dan bercak coklat (*Drechslera oryzae*) adalah penyakit yang umum dijumpai pada tanah sulfat masam yang keracunan besi.

UPAYA PENGENDALIAN KERACUNAN BESI

Pada MT 1988/89 di Kabupaten Tapin, Hulu Sungai Selatan, dan Hulu Sungai Tengah, tampak gejala kuning jingga atau coklat kemerahan pada tanaman padi, terutama

pada daun yang tua. Varietas PB42 dan Tajum yang keracunan besi, pertumbuhannya kerdil, daun sempit, daun muda berwarna hijau tua, dan mobilitas perakaran tanaman terhambat.

Dari pengamatan lapang diketahui bahwa pemberian abu sekam dapat menekan gejala keracunan besi pada tanaman. Selain itu, penggunaan pupuk N dan P yang diikuti dengan pemupukan K tampaknya juga dapat mengatasi keracunan besi. Kalau tanaman dipupuk dengan N dan P saja, terlihat gejala kekuningan pada tanaman dan tumbuhnya kerdil. Keadaan ini memberi indikasi bahwa gejala keracunan besi dapat diatasi dengan pemberian pupuk K. Berkaitan dengan itu, telah dilakukan analisis terhadap tanaman dan tanah contoh. Berdasarkan hasil analisis, dilaksanakan serangkaian penelitian pada lahan sawah keracunan besi yang tergolong berat.

Identifikasi Penyebab Primer Keracunan Besi

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah Desa Pampain memiliki hara yang rendah, terutama K (Tabel 1). Hal ini berkaitan dengan tekstur tanahnya yang didominasi oleh pasir, sehingga unsur K mudah tercuci, terutama pada musim hujan. Hal serupa juga terlihat di beberapa lokasi tadah hujan di Kalimantan Selatan (Tabel 2). Walaupun kemasaman tanah bukan merupakan masalah pada lahan sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan, tetapi kandungan K tanah tergolong kritis (Sarwani *et al.* 1992, Tim Survei BUCD Kalimantan Selatan 1972, Klepper dan Asfihani 1989). Kenyataan ini mendukung hasil analisis tanaman yang keracunan, di mana kandungan besi pada jaringan tanaman padi tinggi (300 ppm) dengan serapan K yang rendah (Sarwani *et al.* 1992). Unsur lainnya seperti P, Ca, Mg pada tanaman umumnya dalam keadaan rendah sampai cukup.

Tabel 1. Sifat fisik-kimia tanah di Desa Pampain, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan.

Sifat tanah	Nilai
Tekstur (%)	
Pasir	41,49
Debu	54,68
Liat	3,83
pH H ₂ O	4,70
N-total (%)	0,04
C-organik (%)	1,42
P-bray 2 (ppm)	4,87
Ca-ditukar (me/100 g)	0,35
Mg-ditukar (me/100 g)	0,24
K-ditukar (me/100 g)	0,03
Na-ditukar (me/10 g)	tu
CTC (me/100 g)	8,84
Fe (ppm)	800,80
Al-ditukar	2,08

tu: tidak terukur.

Tabel 2. Analisis kimia tanah keracunan besi di Kalimantan Selatan.

Lokasi	pH (H ₂ O)	N tot (%)	C tot (%)	Ptd (mg/kg)	Dapat dipertukarkan				Fe aktif (mg/kg)
					K	Ca	Mg	CEC	
					(c mol/kg).....				
Kalimantan Selatan									
Awang Besar, HST	5,10	0,09	2,16	5,03	0,12	9,30	5,83	25,42	563,84
Tambarangan, Tpn	5,35	0,10	1,86	2,78	0,11	5,65	2,32	11,66	579,60
Ilung, HST	5,65	0,16	1,97	0,50	0,12	8,03	7,30	19,39	578,48
Bagambir, HST	5,10	0,10	2,00	2,81	0,16	9,86	4,74	15,18	595,84
Tambak Anyar, Bjr	5,03	0,16	1,85	4,66	0,17	12,89	9,55	21,89	573,22
Aluan Besar, HST	5,55	0,10	1,76	0,72	0,15	10,88	4,39	15,07	706,22
Danau Salak, Bjr	5,25	0,28	2,62	0,95	0,21	12,78	9,68	30,35	566,92
Angkinang, HSS	5,15	0,18	2,18	2,63	0,10	6,23	4,03	23,48	551,52
Sei Raya, HSS	5,15	0,13	3,00	15,30	0,22	10,18	5,59	18,00	997,58
Durian Gantang, HST	5,45	0,14	1,86	1,24	0,07	8,01	5,45	18,39	717,02
Kahakan, HST	5,15	0,13	2,29	0,27	0,12	11,66	2,36	17,87	1.435,42
Telaga Langsat, HSS	5,20	0,08	2,33	3,27	0,18	15,69	3,60	11,59	1.454,60
Binuang, Tpn	4,78	0,26	2,94	0,32	0,17	tu	0,18	30,50	tid
Barabai, HST	4,35	0,38	0,61	5,13	0,17	6,60	2,46	9,62	tid

tu: tidak terukur; ttd.: data tidak tersedia

Sumber: Ismunadi *et al.* (1991); Sarwani *et al.* (1992).

Melalui proses reduksi, terutama pada saat curah hujan awal yang tinggi (curah hujan Desember-April sekitar 2.500 mm), Fe^{+++} akan berubah menjadi Fe^{++} yang dalam jumlah besar dapat meracuni tanaman. Kandungan besi air tanah yang cukup tinggi - - berkisar antara 154 ppm setelah satu minggu jenuh air sampai 2.206 ppm setelah empat minggu jenuh air (Sarwani *et al.* 1992) - potensial dalam merangsang terjadinya keracunan besi bagi tanaman. Keadaan ini dapat diperparah dengan rendahnya kandungan basa tanah (terutama K) pada sawah keracunan besi seperti tergambar pada ciri kimia jerami padi (Tabel 3).

Pengelolaan sawah tadah hujan, khususnya di Kabupaten Hulu Sungai, cukup intensif tetapi penggunaan pupuk K relatif sedikit, bahkan banyak petani yang tidak menggunakannya (Sarwani *et al.* 1991). Ini tentu saja menimbulkan ketidakseimbangan hara dalam tanah. Selanjutnya, akan terjadi kahat kalium yang akan mendorong peningkatan serapan besi oleh tanaman. Sarwani *et al.* (1992) melaporkan, gejala keracunan besi pada tanaman padi semakin parah bila tanaman hanya dipupuk dengan N dan P. Tanpa pemberian pupuk K, status unsur K di tanah akan semakin kritis karena terangkut panen bersama jerami. Kahat K dapat menyebabkan rendahnya kemampuan oksidasi akar, sehingga Fe^{++} di sekitar perakaran tidak teroksidasi menjadi Fe^{+++} (Tanaka dan Tadano 1972, Beringer dan Trolldenier 1980, Benckiser *et al.* 1984).

Lokasi sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan umumnya berdekatan (*adjacent*) dengan lahan kering yang jenis tanahnya didominasi oleh Podsolik Merah Kuning (PMK) atau asosiasi laterit dan PMK (BPN Kalimantan Selatan 1990). Jenis tanah ini kaya dengan unsur besi. Dalam keadaan jenuh air, di lahan ini akan terbentuk hara besi dalam jumlah cukup besar yang dapat mengalir ke persawahan di sekitarnya. Di lokasi-lokasi

Tabel 3. Analisis kimia jerami padi yang ditanam pada tanah keracunan besi di Indonesia.

Lokasi	N	P	K	Ca	Mg	S	SiO ₂	Fe	Mn	Zn
	%				mg/kg.....					
Jawa										
Serang	2,2	0,19	1,40	0,23	0,24	0,13	14,6	649	316	27
Jakarta	2,3	0,19	1,40	0,21	0,23	0,12	11,9	414	236	34
Bekasi	1,7	0,13	0,74	0,24	0,07	0,09	14,7	637	476	61
Sukamandi	1,6	0,22	0,62	0,15	0,07	0,16	tu	1.199	607	32
Subang	1,1	0,14	0,94	0,38	2,30	0,09	17,0	321	635	39
Pusakanegara	1,3	0,15	1,20	0,25	0,20	0,09	11,0	334	419	31
Sumatera										
Sukadana	2,5	0,26	0,61	0,17	0,07	0,12	15,2	864	1.200	22
Belitang	1,8	0,22	0,83	0,13	0,07	0,12	14,9	459	801	75
Karang Agung	2,4	0,17	0,74	0,13	0,32	0,19	3,2	696	179	81
Lubuk Ruso	3,4	0,20	0,90	0,14	0,15	0,13	8,6	1.713	266	47
Lubuk Ruso	2,8	0,18	0,79	0,14	0,10	0,12	5,9	1.016	281	37
Kalimantan										
Belawang	2,2	0,19	0,87	0,14	0,40	0,47	4,9	1.152	66	39
Sakalagun	3,1	0,19	0,76	0,24	0,69	0,36	1,2	225	317	37
Sakalagun	1,5	0,10	0,80	0,21	0,30	0,49	2,7	252	1.037	38
Danda Besar	1,4	0,11	0,90	0,15	0,14	0,42	5,8	720	30	27
Bungur	2,4	0,15	1,20	0,14	0,19	0,12	10,2	297	373	32
Angkinang	2,2	0,14	1,30	0,15	0,17	0,12	10,6	1.037	420	31
Barabai	0,2	0,17	1,10	0,12	0,19	0,06	9,9	855	341	39

tu: tidak terukur.

Sumber: Ismunadji *et al.* (1991).

yang mengalami keracunan besi cukup parah, umumnya terlihat adanya rembesan air tanah. Menurut Bremen dan Moorman (1978), keracunan besi pada lahan yang berada di lembah yang berdekatan dengan lahan kaya besi umumnya disebabkan oleh air rembesan yang berasal dari lahan yang kaya besi tersebut. Dalam kaitan ini dapat disimpulkan bahwa sawah tadah hujan di daerah Kalimantan Selatan berpeluang besar mengalami keracunan besi.

Penggunaan Pupuk P dan K

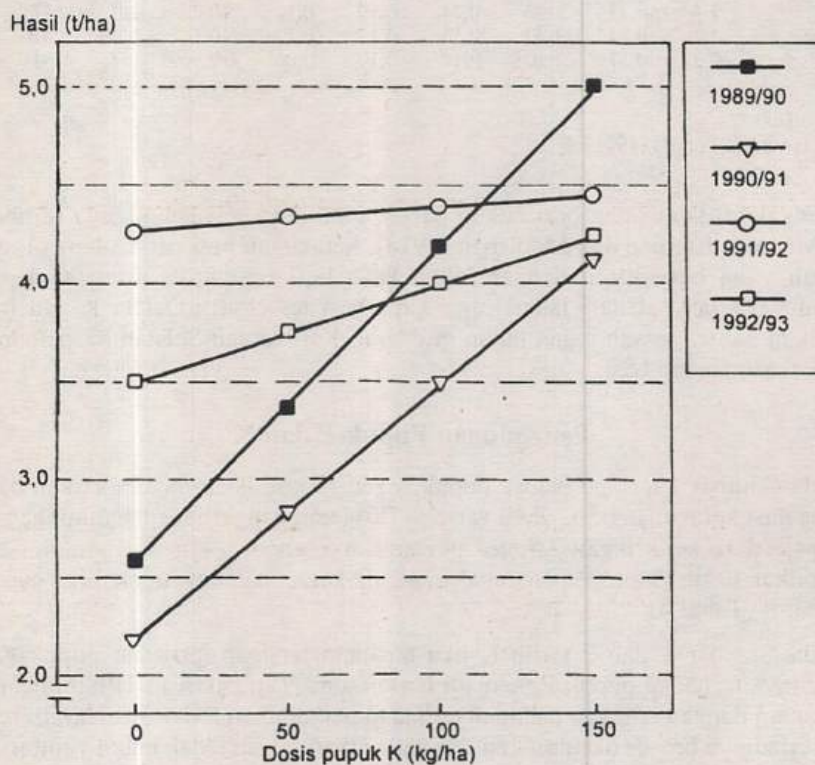
Pada Gambar 1 terlihat bahwa pupuk K secara konsisten meningkatkan hasil padi dan mengatasi keracunan besi. Padi varietas IR64 tanggap terhadap pemupukan K. Hal ini tampak dari kemiringan (*slope*) persamaan regresi. Pupuk P tidak konsisten meningkatkan hasil. Tingkat penampakan gejala keracunan besi tidak dipengaruhi oleh pemberian P (Tabel 4).

Pada Gambar 1 dan 2 terlihat, jika tanaman tanggap terhadap pupuk K, maka tanggapannya terhadap pupuk P menjadi berkurang. Tampaknya ada hubungan antara musim tanam dengan tanggap tanaman terhadap pemupukan P dan K. Hal ini berkaitan dengan terjadinya proses oksidasi-reduksi pada lahan sawah tadah hujan yang irigasinya hanya mengandalkan air hujan.

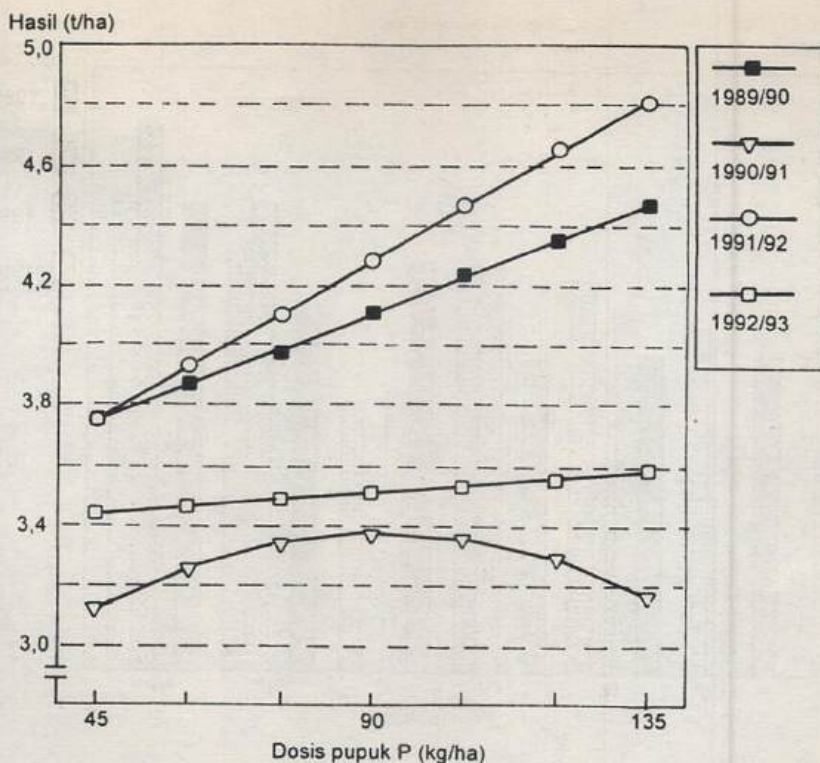
Tabel 4. Skor gejala keracunan besi pada padi dengan perlakuan pemupukan. Desa Pampain, 1990/91.

Perlakuan	Kadar Fe tanaman (ppm)	Skor Fe
Kontrol	516	7,7
N	351	7,7
P	363	7,0
K	265	3,7
NP	560	7,7
NP2K1	263	3,7
NP2K2	205	3,0
NP2K3	150	2,3
NP1K2	295	4,3
NP3K2	296	4,3

N: 90 kg/ha; P1: 45 kg P_2O_5 /ha; P2: 90 kg P_2O_5 /ha; P3: 135 kg P_2O_5 /ha;
K1: 50 kg K_2O /ha; K2: 100 kg K_2O /ha; K3: 150 kg K_2O /ha.



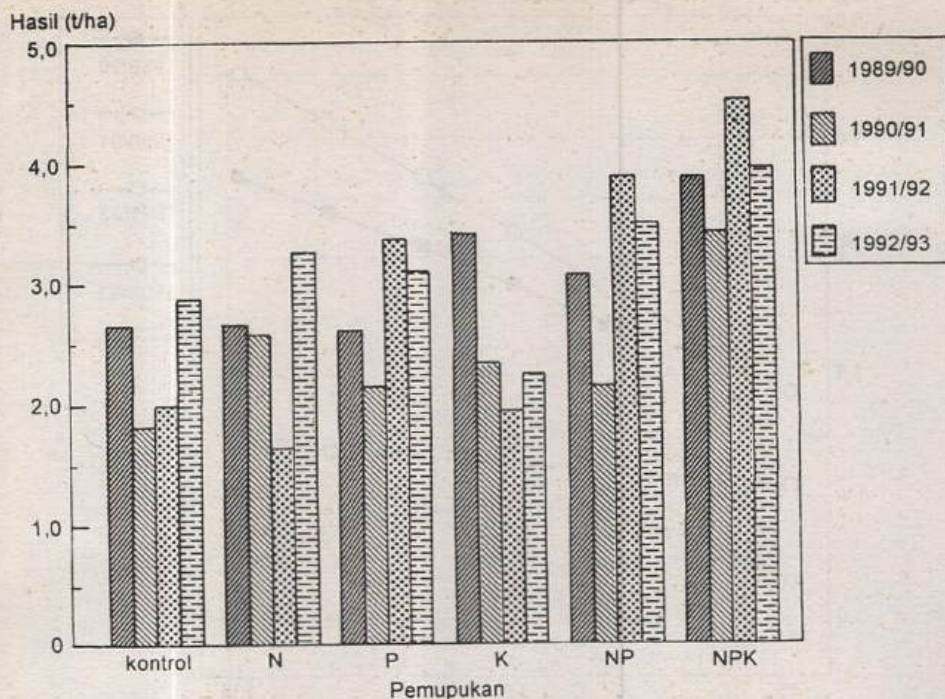
Gambar 1. Pengaruh pemupukan kalium terhadap hasil padi IR64 yang ditanam di lahan sawah yang keracunan besi.



Gambar 2. Pengaruh pemupukan fosfat terhadap hasil padi IR64 yang ditanam di lahan sawah yang keracunan besi.

Gambar 3 menunjukkan perlunya keseimbangan hara dalam mengendalikan keracunan besi. Jika pupuk diberikan secara lengkap (NPK), hasil akan meningkat lebih dua kali lipat dibandingkan kalau tanaman dipupuk dengan N dan P saja. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan hara, terutama antara N dan K, sangat diperlukan guna mengatasi munculnya gejala keracunan besi. Pengamatan yang dilakukan Sarwani *et al.* (1990) pada percobaan efisiensi N di lahan sawah tadah hujan menunjukkan bahwa pemberian N yang tinggi merangsang munculnya gejala keracunan besi. Karena itu, Steineck dan Haeder (1980) menyimpulkan bahwa nutrisi K selalu berhubungan dengan suplai dari N dan efisiensi penggunaan N berhubungan erat dengan suplai K. Kelebihan unsur N dapat menyebabkan nutrisi unsur K menjadi terhambat.

Pemberian pupuk K sebesar 150 kg K_2O /ha dapat menekan keracunan besi dan sekaligus meningkatkan hasil. Kalium tidak hanya meningkatkan redoks tanah tetapi juga dapat meningkatkan kandungan basa lainnya, sehingga kadar Fe^{++} , di sekitar perakaran menurun (Sarwani dan Jumberi 1991) karena meningkatnya daya oksidasi

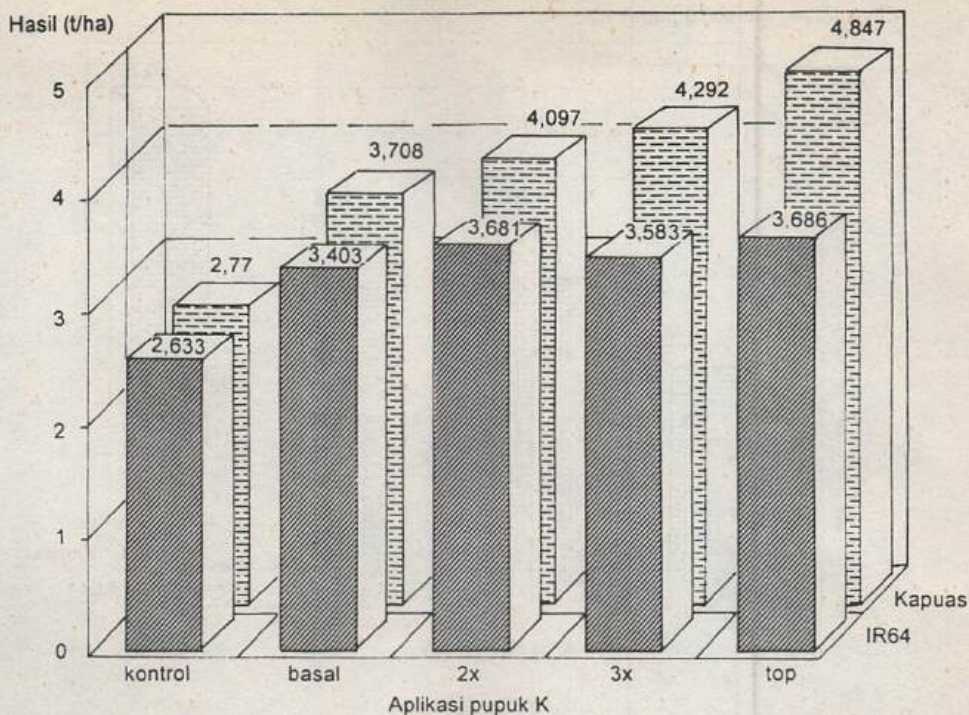


Gambar 3. Peranan pemupukan berimbang terhadap hasil padi IR64 yang ditanam di lahan sawah yang keracunan besi.

akar. Oksigen yang keluar dari perakaran dapat menyebabkan terjadinya oksidasi Fe^{++} menjadi Fe^{+++} yang mengendap di sekitar perakaran. Tanaman yang mendapat cukup suplai K, akarnya banyak yang berwarna kemerahan. Pada tanah-tanah yang kahat K, penurunan angka redoks cukup drastis dibandingkan dengan tanah yang cukup mendapat suplai K (Sarwani dan Jumberi 1991). Melalui percobaan pot menggunakan kultur cairan, Trolldenier (1977) melaporkan bahwa kahat K dapat menurunkan nilai redoks secara drastis.

Cara Aplikasi Pupuk K

Waktu pemberian pupuk K berpengaruh terhadap hasil padi. Pemberian pupuk K pada 30 hst atau diberikan dua sampai tiga kali meningkatkan hasil padi secara nyata (Gambar 4). Hal ini berarti bahwa efisiensi pemupukan K dapat ditingkatkan. Peningkatan hasil padi dengan K yang diberikan dua kali, tiga kali, dan ditunda sampai tanaman berumur 30 hst (*top dressing*) masing-masing adalah 9,4%, 10,7%, dan 20% dibandingkan jika pupuk K diberikan seluruhnya pada saat tanam. Setiap kilogram



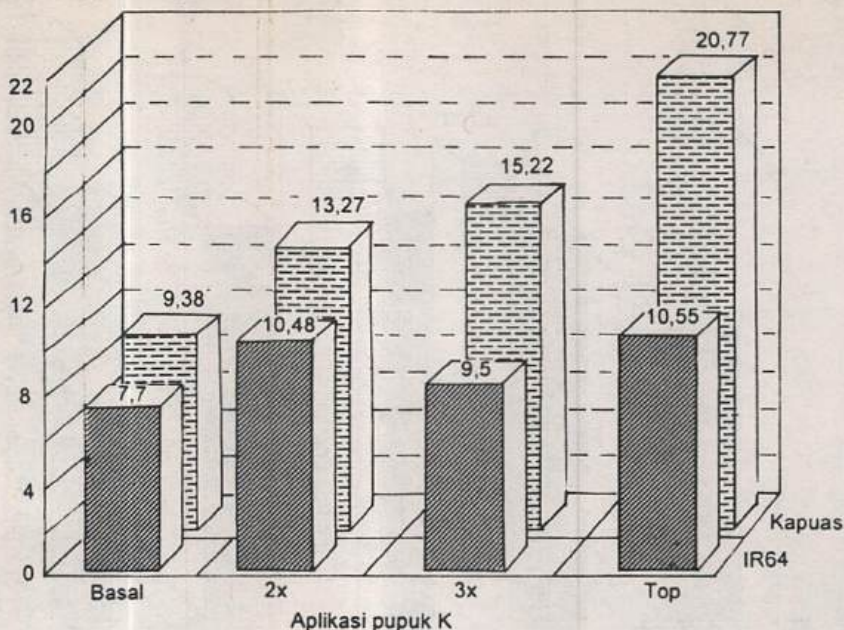
Gambar 4. Pengaruh cara pemberian pupuk kalium terhadap hasil padi IR64 dan Kapuas yang ditanam pada lahan sawah keracunan besi.

pupuk K (dalam bentuk K_2O) yang pemberiannya ditunda pada 30 hst menghasilkan 15,65 kg gabah. Kalau pupuk K diberikan tiga atau dua kali, gabah yang dihasilkan untuk setiap kilogram pemberian pupuk masing-masing hanya 11,87 kg dan 8,54 kg gabah/kg K_2O (Gambar 5). Dengan demikian, aplikasi yang ditunda lebih efisien dalam penggunaan pupuk K.

Varietas juga mempunyai peranan penting dalam mengendalikan keracunan besi. Varietas Kapuas lebih toleran terhadap keracunan besi dibandingkan dengan varietas IR64. Penelitian Ismunadji *et al.* (1990) di Lampung pada tanah keracunan besi menunjukkan bahwa penggunaan varietas toleran merupakan suplemen, bahkan salah satu alternatif untuk mengatasi keracunan besi. Hal ini telah dibuktikan pula oleh Rosmini dan Hamda (1990) pada tanah sulfat masam. Beberapa peneliti di Afrika juga menyarankan penggunaan varietas toleran untuk mengendalikan keracunan besi (Yamauchi 1989).

Gejala keracunan besi tampak jelas ketika tanaman dalam fase pembentukan anakan aktif dan saat bunting atau keluar malai. Oleh sebab itu, pada fase tersebut dapat diupayakan pengendalian keracunan besi dengan cara pengeringan lahan atau pemberian pupuk K.

Efisiensi (kg gabah/kg pupuk K)



Gambar 5. Efisiensi penggunaan pupuk kalium dari cara pemberian pupuk kalium pada padi IR64 dan Kapuas yang di tanam di lahan sawah keracunan besi.

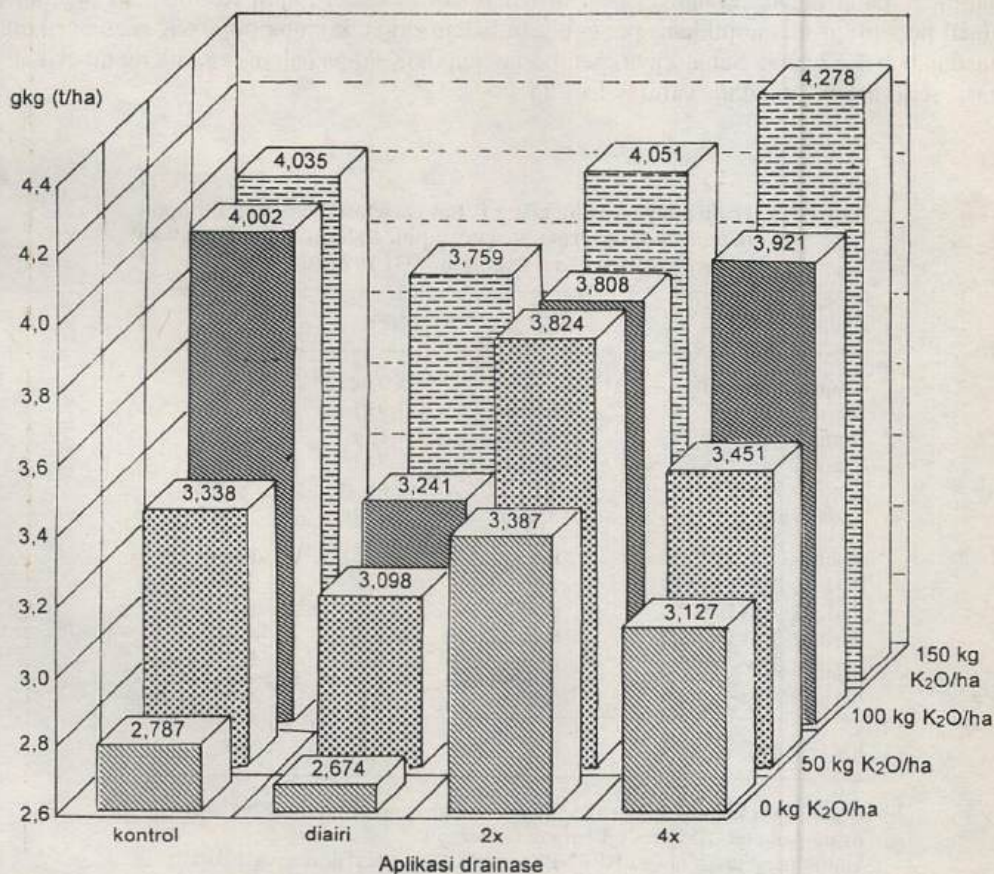
Peranan Drainase dalam Pengendalian Keracunan Besi

Untuk mengetahui peranan drainase terhadap pengendalian keracunan besi pada tanaman padi telah dilakukan penelitian pada MT 1989/90. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan drainase nyata meningkatkan hasil padi varietas Musi. Dalam hal ini pengeringan sawah minimal dilakukan satu kali selama pertumbuhan. Drainase yang dilakukan dua dan empat kali selama masa pertumbuhan tanaman dapat meningkatkan hasil pada berbagai perlakuan pemupukan K. Dibandingkan dengan pengairan secara terus-menerus atau pengairan seadanya, pemutusan drainase dapat merupakan suplemen tetapi bukan alternatif bagi penggunaan pupuk K.

Manipulasi sistem oksidasi-reduksi dapat dimanfaatkan dalam mengendalikan keracunan besi. Sistem ini merupakan puncak terjadinya keracunan besi. Dalam keadaan oksidasi, Fe menjadi tidak aktif. Sebaliknya, Fe akan aktif dalam keadaan reduksi. Sistem ini dapat dilakukan melalui cara pengeringan dan penggenangan lahan sawah. Hasil penelitian menunjukkan, pengeringan sawah minimal dua kali selama pertumbuhan tanaman (30 dan 60 hst) dapat mencegah keracunan besi yang sekaligus

meningkatkan hasil padi. kalau pengeringan dilakukan empat kali selama pertumbuhan tanaman, peningkatan hasil padi lebih tinggi. Taher dan Misran (1987) serta Makarim *et al.* (1989) melaporkan, efek positif sistem pengeringan dan penggenangan lahan tidak hanya terhadap serapan hara tanaman, tetapi juga terhadap hasil. Sahrawat (1979) juga pernah membuktikan adanya pengaruh penggenangan dan pengeringan terhadap keracunan besi. Pengeringan dan penggenangan lahan berpengaruh positif terhadap ketersediaan hara di tanah, seperti P dan K.

Pengeringan tidak hanya positif menekan aktivitas Fe^{++} tetapi juga dapat mengalirkan sebagian unsur ini ke saluran pembuangan. Pada saluran-saluran pembuangan di sekitar lokasi percobaan terlihat adanya *iron scum* yang menandakan Fe^{++} telah menjadi Fe^{+++} . Teknik manipulasi serupa telah dilakukan oleh Yamauchi (1989) di Nigeria. Mereka membuat *ridge planting* untuk mengatasi keracunan besi pada tanaman padi. Teknik ini sama halnya dengan sistem surjan. Dalam hal ini, muka air tanah dapat menjadi lebih rendah.



Gambar 6. Peranan drainase lahan terhadap hasil padi varietas Musi yang ditanam di lahan sawah keracunan besi.

Penggunaan Bahan Organik

Penggunaan bahan organik nyata meningkatkan hasil padi yang keracunan besi. Dalam hal ini terdapat perbedaan efektivitas antarjenis bahan organik yang diberikan. Kotoran ayam lebih baik dibandingkan dengan bahan organik lain yang dicoba (Tabel 5).

Dibandingkan dengan pupuk hijau atau sisa tanaman, kotoran hewan lebih baik sebagai bahan organik. Pupuk hijau tidak berbeda nyata dengan jerami padi, baik yang langsung digunakan maupun yang telah dikomposkan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kualitas bahan organik yang tentu saja berpengaruh terhadap hasil padi. Dari hasil analisis kandungan unsur hara bahan organik yang dicoba, memang terlihat perbedaan kualitasnya (Tabel 6). Kotoran ayam mengandung P dan K yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan organik yang lain.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa efisiensi penggunaan pupuk K meningkat dengan pemberian bahan organik. Tampaknya, bahan organik dapat menggantikan peranan pupuk K pada tanah keracunan besi di lahan sawah tadah hujan Kalimantan Selatan. Hasil penelitian menunjukkan, penggunaan bahan organik tanpa pupuk K memberikan hasil gabah 3,32 t/ha. Sebaliknya, pemberian pupuk K tanpa bahan organik memberikan hasil sedikit lebih rendah, yaitu 3,15 t/ha.

Tabel 5. Hasil gabah kering giling (t/ha) varietas IR64 yang dipupuk dengan pupuk organik dan pupuk kalium di lahan sawah keracunan besi. Desa Pampain, MH 1990/91.

Bahan organik	NP	NPK1	NPK2
Kontrol (tanpa BO)	1,80 c	3,02 c	3,28 c
Jerami padi	2,57 bc	3,93 bc	4,00 bc
Kompos jerami	3,46 b	4,10 b	4,31 b
Kotoran sapi	2,87 b	3,84 bc	4,65 b
Kotoran ayam	4,51 a	5,68 a	5,84 a
<i>Sesbania</i> spp.	3,20 a	4,11 b	3,96 bc
Kontras	beda	beda	beda
Perl. (2,3,4,5,6) vs (1)	1,52**	1,31**	1,27**
Perl. (2) vs (3)	0,89*	0,17ns	0,31ns
Perl. (2,3,6) vs (4,5)	0,61*	0,71*	1,16*
Perl. (2,3) vs (6)	0,18ns	0,10ns	0,20ns
Perl. (4) vs (5)	1,64**	1,84**	1,19**

KK = 14%

Dalam satu kolom, angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% tes uji berganda Duncan. Untuk penjelasan notasi NP, NPK1, NPK2 lihat perlakuan pada Bahan dan Metode.

Tabel 6. Kandungan unsur hara lima jenis bahan organik.

Jenis bahan organik	N (%)	P (%)	K (%)
Jerami padi	0,36	0,15	1,90
Kompos jerami	0,39	0,08	0,58
<i>Sesbania</i> spp.	2,80	0,32	1,10
Kotoran sapi	0,43	0,38	-
Kotoran ayam	0,40	1,51	4,75

Sumber: Inoko (1984); ** Hsieh and Hsieh (1990).

Dengan meningkatnya kandungan bahan organik, daya pegang tanah terhadap hara yang diberikan makin meningkat, terutama hara K yang mudah tercuci, apalagi pada tanah-tanah bertekstur pasir. Meningkatnya kadar bahan organik tanah, meningkatkan kemampuan KTK tanah yang pada gilirannya akan meningkatkan daya pegang tanah terhadap hara (Deturck dan Vlassak 1991), sehingga terjadi kondisi yang baik di sekitar perakaran. Keadaan ini akan merangsang pertumbuhan akar dalam meningkatkan kemampuan mekanisme penolakan Fe (*excluding Fe mechanism*) (Ottow *et al.* 1991).

Aso dan Moriyama dalam Kumazawa (1984) melaporkan, substansi humik dapat merangsang pertumbuhan akar rambut dan pemanjangan akar. Hal ini penting dalam meningkatkan daya serap akar terhadap hara. Gambar 3 memperlihatkan bahwa serapan hara oleh tanaman makin meningkat dengan pemberian bahan organik, terutama K. Hal ini sejalan dengan laporan Deturck dan Vlassak (1991), di mana pemberian bahan organik (pupuk hijau) dapat menyumbangkan hara K yang cukup untuk memenuhi kebutuhan K tanaman.

Bahan organik juga dapat mempercepat daya reduksi tanah, terutama tanah yang mempunyai rasio C/N yang tinggi dan meningkatkan populasi mikroba pereduksi dan penumpukan Fe^{++} . Dengan membaiknya suplai hara di sekitar perakaran dan meningkatnya kemampuan daya oksidasi akar, maka serapan Fe yang berlebihan dapat teratasi (Ottow *et al.* 1991). Hasil analisis tanaman menunjukkan bahwa tanaman yang diberi bahan organik mempunyai serapan Fe yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa bahan organik (Sarwani 1992).

KESIMPULAN

Keracunan besi pada padi sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan terjadi karena tingginya fungsi serapan Fe^{++} yang dirangsang oleh kahat K dan cukup tingginya kadar besi pada air tanah. Penggunaan pupuk K secara tepat, baik jumlah maupun waktu pemberian, dapat mengatasi keracunan besi dan meningkatkan hasil padi. Pemberian pupuk K sebanyak 100-150 kg K_2O/ha dapat meningkatkan hasil padi dua kali lipat dibandingkan kalau hanya diberi N dan P. Pupuk P tidak dapat mengatasi keracunan besi tetapi dapat meningkatkan hasil padi pada sawah keracunan besi, terutama pada tingkat pemberian 135 kg P_2O_5/ha .

Manipulasi sistem oksidasi-reduksi melalui pengeringan dan penggenangan lahan sawah juga dapat menekan keracunan besi dan meningkatkan hasil padi. Cara ini dapat dilakukan melalui pembuatan saluran drainase dengan kenaikan hasil berkisar antara 15-18%. Alternatif lain untuk mengendalikan keracunan besi adalah menanam varietas yang toleran.

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan hasil padi yang ditanam di lahan sawah keracunan besi. Di sisi lain, penggunaan pupuk K dapat lebih efisien bila diikuti dengan pemberian bahan organik. Kenaikan hasil padi dengan pemberian bahan organik adalah 84,4%; 43,3% dan 38,7% masing-masing tanpa K, 50 kg K₂O/ha, dan 100 kg K₂O/ha. Di antara bahan organik yang dicoba, kotoran ayam lebih efektif mengendalikan keracunan besi dibandingkan dengan jenis bahan organik lainnya. Secara keseluruhan, bahan organik dari kotoran hewan lebih baik daripada pupuk hijau atau sisa tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Andyantoro, S. dan M. Slamet. 1991. Keragaan empat varietas padi di lahan sawah bermasalah keracunan besi yang dipupuk fosfor dan kalium. *Agrikam* (6) 3:85-88.
- Benckiser, G., J. C. G. Ottow, I. Watanabe, and S. Santiago. 1984. The mechanism of excessive iron-uptake (iron toxicity) of wetland rice. *J. Plant Nutr.* 7:177-185.
- Beringer dan Trollenier. 1980. Influence of K nutrition on the response to environmental stress. *In: IPI. 1980. The role of Potassium in yield formation. IPI Research Topics No.6. Intern. Potash Inst., Bern, Switzerland*
- Bremen, V. N. and F. R. Moorman. 1978. Iron toxic soils. *In: IRRI. 1978. Soils and rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, The Philippines.*
- BPN Kalimantan Selatan 1990. Peta tanah Kalimantan Selatan. Badan Pertanahan Nasional Propinsi Kalimantan Selatan, Banjarbaru.
- Deturck, P. and Vlassak. 1991. Potassium management on wet Ultisols grown to rice. *In: P. Deturck and F.N. Ponnamperna (eds.). Rice production on acid soils of the tropics. p. 191-196. Institute of Fundamental Studies, Kandy, Sri Lanka.*
- Hamda, M., Masganti, and K. Anwar. 1990. Rice disease, deficiency and toxicity symptom in acid sulphate soils of Pulau Petak in Kalimantan. *Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics, 20-22 November 1990, Bogor. AARD-LAWOO. Bogor.*
- Hsieh, S.C. and C.F. Hsieh. 1990. The use of organic matter in crop production. Paper presented at Seminar on "the Use Organic Fertilizers in Crop Production", 19-20 June 1990, Suweon, South Korea.
- Inoko, A. 1984. Compost as a source of plant nutrients. *In: IRRI, 1984. Organic matter and rice. Intern. Rice Research Inst. Los Banos, the Philippines.*

- Ismunadji, M., L. N. Hakim, I. Zulkarnaini, and F. Yazawa. 1973. Physiological disease of rice in Cihea. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* 4: 10 p.
- Ismunadji, M., dan W. S. Ardjasa. 1988. Pengaruh fosfat dan hara lain terhadap keracunan besi pada padi sawah. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Ismunadji, M., W. S. Ardjasa, H. R. von Uexkull. 1991. Increasing productivity of lowland rice grown on iron toxic soils. *In: P. Deturck and F.N. Ponnampereuma (eds.)*. 1991. Rice production on acid soils of the tropics. p. 191-196. Institute of Fundamental Studies, Kandy, Srilanka.
- Klepper, O. and Asfihani. 1989. Legend to the reconnaissance soil map of the S. Negara Basin, South Kalimantan. Mimeograph Universitas Lambung Mangkurat.
- Kumazawa, K. 1984. Beneficial effects of organic matter on rice growth and yield in Japan. *In: IRRI*. 1984. Organic matter and rice. p. 431-444. Intern. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
- Makarim, A. K., O. Sudarman, H. Supriadi. 1989. Status hara tanaman padi berkeracunan besi di daerah Batumarta, Sumatera Selatan. *Penelitian Pertanian* Vol. 9 (4):166-169.
- Ottow, J.C.D., G. Benckiser, and I. Watanabe. 1982. Iron toxicity of rice as a multiple nutritional soil stress. *Trop. Agric. Res. Ser. No. 15*.
- Ottow, J. C. G., K. Prade, W. Bertenbreiter, and V. A. Jacq. 1991. Strategies to alleviate iron toxicity of wetland rice on nutritionally poor and/or acid sulphate soils. *In: P. Deturck and F.N. Ponnampereuma (eds.)*. 1991. Rice production on acid soils of the tropics. p. 205-211. Institute of Fundamental Studies, Kandy, Srilanka.
- Ponnampereuma, F. N. 1977. Physico-chemical properties of submerged soils in relation to fertility. *IRRI Res. Pap. Ser. No. 5*.
- Prade, K., J.C.D. Ottow, and V. Jacq. 1988. Excessive iron uptake (iron toxicity) by wetland rice (*Oriza sativa* L.) on an acid sulphate soils in Casamance/Senegal. *In: Dost, H.* 1988. Selected paper of the Dakar Symposium on Acid Sulphate Soils. ILRI Publ. No. 44, Wageningen, The Netherlands.
- Prayudi, B. dan M.A.T. Rystam. 1990. Penyakit becak hitam beras pada padi lahan sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan. *Kindai* (1) 4: 1-4.
- Rosmini, H. dan M. Hamda. 1990. Iron toxicity tolerance of rice cultivars in acid sulphate soils of Indonesia. *Intern. Rice Res. Newsletter* 15 (6).
- Sahrawat, K. L. 1979. Iron toxicity to rice in an acid sulphate soils as influenced by water regime. *Plant Soils* 51: 143-144.
- Sarwani, M. 1992. Peranan bahan organik dalam mengendalikan keracunan besi pada tanaman padi sawah di daerah Hulu Sungai, Kalimantan Selatan. Paper disampaikan pada Lokakarya hasil penelitian studi komoditas dan studi khusus, AARP, 27-29 Juli 1992, Bogor.

- Sarwani, M. dan A. Jumberi. 1991.** Pengendalian keracunan besi pada padi sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan. Makalah disampaikan pada lokakarya hasil-hasil penelitian ARMP, Maros, 17-18 Desember 1991.
- Sarwani, M., A. Jumberi, K. Anwar, S. Raihan, M. Lande, 1990.** Efisiensi pemupukan N pada padi di Kalimantan Selatan dan Tengah. Laporan Penelitian Efisiensi Pupuk 1989/90. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa Swamps II, Balittan Banjarbaru.
- Sarwani, M., A. Jumberi dan A. Noor. 1992.** Pengendalian Keracunan besi pada padi sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan. Laporan hasil penelitian Balittan Banjarbaru.
- Sarwani, M., Hairunsyah, dan Chatimmatun Nisa. 1989.** Keracunan besi: Kasus penyakit fisiologi (penyakit *habang*) pada tanaman padi di daerah Hulu Sungai, Kalimantan Selatan. *Kalimantan Scientiae* 19: 45-55.
- Sarwani, M., Hairunsyah, R. Ramli, B. Prayudi, dan M. Djamhuri. 1991.** Studi sumber pertumbuhan padi di Kalimantan Selatan. Balittan Banjarbaru.
- Smilde, K.W. (Tahun ..?).** Lime and fertilizer application for crop yield improvement. Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics, 20-22 November 1990, Bogor. AARD-LAWOO, Bogor.
- Steineck, O. and H. E. Haeder. 1980.** The effect of Potassium on growth and yield components of plants. In: IPI. 1980. The role of Potassium in yield formation. IPI Research Topics No. 6. Intern. Potash Inst., Bern, Switzerland.
- Taher dan Misran. 1984.** Keracunan besi pada sawah bukaan baru. *Pemberitaan Penelitian Sukarami* 4: 3-6.
- Tanaka, A. and T. Tadano. 1972.** Potassium in relation to iron toxicity of the rice plant. *Potash Rev.* 21: 1-12.
- Tim Survei BUCD Kalimantan Selatan. 1972.** Laporan survei kemungkinan perluasan tanaman budi daya ekspor ditinjau dari segi ekogeografi.
- Trolldenier, G. 1977.** Mineral nutrition and reduction processes in the rhizosphere of rice. *Plant and Soils* 47: 193- 202.
- Yamauchi, M. 1989.** Rice bronzing in Nigeria caused by nutrients imbalances and its control by Potassium Sulphate application. *Plant and Soils* 117: 275-286.
- Zaini, Z., Burbey, N. Jalid dan A. Taher. 1987.** Teknologi pengendalian keracunan besi pada padi sawah bukaan baru. *Dalam: Risalah alih teknologi, Sukarami*, 14-15 September.

- *Moeljopawiro dan Bustamam* Pemuliaan dan Biologi Molekuler
- *Brotonegoro* *Bacillus Thuringiensis* untuk Pengendalian Hama
- *Masyhudi* Kultur Anther dalam Pemuliaan Padi
- *Muchsin et al.* Serologi untuk Diagnosis Penyakit Virus
- *Soewito et al.* Peningkatan Keragaman Ketahanan Genetik
- *Soewito et al.* Perbaikan Varietas Padi Sawah
- *Silitonga et al.* Keragaman Genetik Plasma Nutfah Padi
- *Adijono et al.* Pemuliaan Padi Aromatik dan Ketan
- *Suwarno dan Suhartini* Perbaikan Varietas Padi Lahan Rawa
- *Lubis et al.* Perbaikan Varietas Padi Gogo
- *Kaher* Perbaikan Varietas pada Padi Lahan Kering Marginal
- *Sarwani et al.* Produksi Padi di Lahan Sawah Keracunan Besi
- *Roechan et al.* Pencemaran Kadmium pada Padi Sawah
- *Bambang et al.* Perbaikan Ketahanan Varietas Padi Sawah
- *Hifni* Variasi Patogen Hawar Daun Bakteri Padi di Indonesia
- *Baehaki dan Arifin* Pengendalian Hama dengan Musuh Alami
- *Baco et al.* Penggerek Batang Padi dan Pengendaliannya
- *Siwi* Biosistematika Wereng Hijau sebagai Vektor Penyakit
- *Kilin et al.* Dampak Penggunaan Insektisida
- *Suharto dan Kartaatmadja* Prospek Penggunaan Feromon Sintetis
- *Amir dan Anggiani* Status dan Pengendalian Blas
- *Amril et al.* Pengendalian Penyakit Blas pada Padi Gogo
- *Mukhlis* Ketahanan Varietas Padi terhadap Blas
- *Pane et al.* Gulma pada Budi Daya Padi Sebar Langsung
- *Kardin et al.* Penyakit Penting Padi dan Pengendaliannya
- *Simatupang et al.* Teknologi Pengendalian Gulma
- *Suwalan et al.* Hama Utama Tanaman Pangan di Lahan Pasang Surut
- *Rochman dan Priyono* Habitat dan Perilaku Tikus
- *Thamrin et al.* Pengendalian Tikus di Lahan Pasang Surut

ISBN : 979-8161-50-5