

ISBN 978-979-15649-6-0

PROSIDING



**SIMPOSIUM DAN SEMINAR BERSAMA
PERAGI-PERHORTI-PERIPHI-HIGI
MENDUKUNG KEDAULATAN PANGAN DAN
ENERGI YANG BERKELANJUTAN**

**IPB International Convention Center
Bogor, 1-2 Mei 2012**

**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Bekerjasama dengan:



PROSIDING

Simposium dan Seminar Bersama
PERAGI-PERHORTI-PERIPHI-HIGI
Bogor, 1-2 Mei 2012

ISBN: 978-979-15649-6-0

Editor

Maya Melati

Sandra Arifin Aziz

Darda Efendi

Ni Made Armini

Sudarsono

Nita Ekana'ul

Syhabuddin Al Tapsi

Cover Desain : Shalati Febjislami

Layout : Nita Ekana'ul
Syhabuddin Al Tapsi

Penerbit

Departemen Agronomi dan Hortikultura

Bekerja sama dengan:

Perhimpunan Agronomi Indonesia

Perhimpunan Hortikultura Indonesia

Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia

Himpunan Ilmu Gulma Indonesia

Sekretariat

Departemen Agronomi dan Hortikultura

Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680

Phone/fax: (0251) 8422-889/8629-353

PENGANTAR EDITOR

Sebagai upaya untuk dapat berperan serta dalam mewujudkan kedaulatan pangan dan energi, 4 Himpunan Profesi di bidang pertanian yaitu PERAGI, PERHORTI, PERIPI, HIGI bersinergi dengan saling mengkomunikasikan berbagai pemikiran dalam Simposium dan Seminar bersama pada tanggal 1-2 Mei 2012 di IPB International Convention Centre. Tema kegiatan tersebut adalah **Mewujudkan Kedaulatan Pangan dan Energi Berkelanjutan**. Kalangan akademisi, praktisi, maupun pengambilan kebijakan berdiskusi dan melaksanakan seminar untuk merumuskan langkah-langkah penelitian, kebijakan, maupun teknologi terapan untuk mendukung kedaulatan pangan dan energi dengan peningkatan produksi pertanian yang berkelanjutan.

Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah disampaikan oleh akademisi dan peneliti baik secara oral maupun dengan poster. Prosiding ini menampilkan 74 judul makalah yang disampaikan secara oral dan 22 judul makalah yang disajikan dalam bentuk poster. Penyajian kumpulan makalah di dalam prosiding ini, baik yang telah disajikan secara oral maupun dalam bentuk poster, disusun berdasarkan topik makalah yaitu (A) Aspek Fisiologi Tanaman, (B) Aspek Budidaya Tanaman, (C) Aspek Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman dan (D) Aspek Tata Niaga, Sosial, dan Kebijakan.

Makalah yang dimasukkan ke dalam prosiding ini telah melalui proses editing oleh Tim Editor. Informasi yang tertuang di dalam prosiding ini diharapkan dapat bermanfaat bagi ilmuwan, peneliti dan praktisi agar dapat berperan serta dalam mewujudkan kedaulatan pangan dan energi.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh ilmuwan dan peneliti yang telah berkontribusi makalah dan informasi dalam prosiding ini, dan kepada anggota Tim Editor yang telah bekerja untuk persiapan prosiding.

Bogor, 15 Oktober 2012

Ketua Tim Editor

DAFTAR ISI

PENGANTAR EDITOR	iii
PENGANTAR KETUA PANITIA	v
DAFTAR ISI	vii
SAMBUTAN PANITIA	1
KEYNOTE SPEECH MENTERI PERTANIAN RI	3
KEBIJAKAN KEMENTERIAN PERTANIAN DALAM PENYEDIAAN LAHAN DAN TEKNOLOGI UNTUK Mendukung TERWUJUDNYA KEDAULATAN PANGAN Suswono	7
KETERSEDIAAN SARANA DAN PRASARANA Mendukung KEDAULATAN PANGAN DAN ENERGI Sumarjo Gatot Irianto	15
KEDAULATAN PANGAN YANG BERKELANJUTAN M.A. Chozin dan Tim IPB	19
POTENSI, PELUANG, DAN PERANAN ENERGI NABATI DALAM MEWUJUDKAN KEDAULATAN ENERGI NASIONAL Kardaya Warnika	25
KESIAPAN INDONESIA DALAM MEWUJUDKAN KEDAULATAN ENERGI “Pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN) BUMN Perkebunan dan Implementasinya DI PTPN3” Chairul Muluk	31
RUMUSAN SIMPOSIUM DAN SEMINAR BERSAMA PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Sudirman Yahya	35

PRESENTASI ORAL

A. ASPEK FISILOGI TANAMAN.....	39
Pengaruh Dua Level Cekaman Besi dalam Larutan Hara Terhadap Gejala Keracunan Besi dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Padi Iskandar Lubis dan Aidi Noor	41
Distribusi dan Akumulasi Aluminium pada Akar Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench) Melalui Uji Pewarnaan Hematoksin Uji Pewarnaan Hematoksin Karlin Agustina, Didy Sopandie, Trikoesoemaningtyas, Desta Wirnas dan Wiwik Hardaningsih	47
Studi Fisiologi Pertumbuhan <i>Tacca leontopetaloides</i> Di Sumenep untuk Mendukung Program Kedaulatan Pangan yang Berkelanjutan Ninik Setyowati, Siti Susiarti dan Rugayah	53
Respon Tanaman Sambung Nyawa (<i>Gynura procumbens</i> L.) Terhadap Paparan Radiasi UV-C dan Periode Penyiraman Terhadap Kandungan Flavonoid Ani Kurniawati, Winarso D. Widodo dan Tri Utami Ningsih	60

Dinamika Kandungan Protein Pucuk Kolesom (<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea+KCl dan Interval Panen Hilda Susanti, Sandra Arifin Aziz, Maya Melati dan Slamet Susanto	67
Uji Kadar Inulin dalam Bengkoang (<i>Pachyrhizus erosus</i> L.) dari Beberapa Sentra Produksi Menggunakan Pengekstraksi Etanol Arik Anggriawan, Fajar Shodiq, Pritarani Rahmatika, Hilwa Heidier dan Fatimah Nursandi	73
B. ASPEK BUDIDAYA TANAMAN	79
Eksplorasi Fungi Mikoriza Arbuskula Indigenus Papua dan Pemanfaatannya pada Budidaya Ubi Jalar D. Wasgito Purnomo	81
Pengaruh Pengendalian Gulma pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.) Husni Thamrin Sebayang, Sardjono Soekartomo dan Aya Nurani	87
Analisis Komponen Hasil Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) yang Ditanam Tumpangsari dengan Ubi Kayu dan Waktu Tanam Berbeda Herawati Hamim, R. Larasati dan M. Kamal	91
Model Polikultur Padi-Kelapa Sawit di Lahan Rawa M. Umar Harun	95
Pengaruh Perlakuan Benih dengan Agens Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman, Hasil Padi dan Mutu Di Rumah Kaca Benih, Serta Pengendalian Penyakit Hawar Daun Bakteri Agustiansyah, Satriyas Ilyas, Sudarsono dan Muhammad Machmud	101
Pertumbuhan dan Hasil Padi pada Dua Cara Penyiapan Lahan di Lahan Lebak Dangkal Kalimantan Selatan Aidi Noor dan Abdul Sabur	107
Penerapan Teknologi Budidaya Jenuh Air pada Tanaman Padi dan Kedelai untuk Meningkatkan Indeks Penanaman di Lahan Pasang Surut Munif Ghulamahdi, Sandra Arifin Aziz dan Abdul Karim Makarim	113
Kajian Peranan VUB dalam Meningkatkan Produktivitas Padi Sawah di Kabupaten Kediri S. Yuniastuti, Putu Bagus Daroini, S. S. Antarlina dan Jumadi	119
Pengaruh Pemberian Jerami Padi Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Hasil Padi Tanah Sulfat Masam Siti Nurzakiah, Nurita dan Linda Indrayati	124
Keragaan Hasil Beberapa Varietas Hibrida Melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Suwono, Gatot Kustiono dan M. Saeri	131
Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Kedelai di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam Aktual di Kalimantan Selatan Muhammad Saleh	138
Pemberian Pupuk Majemuk NPK Saat Pembungaan untuk Meningkatkan Hasil Kedelai Niar Nurmauli dan Paul B. Timotiwu	142

Giberelin (GA3) Meningkatkan Hasil, Komponen Hasil dan Pertumbuhan Kedelai Berbiji Besar Varietas Mutiara I Renih Hayati, Munandar dan Jumiaturun	147
Kajian Produksi Beberapa Varietas Kedelai di Sentra Produksi Kedelai Jawa Timur Zainal Arifin, N. Istiqomah dan Indriana R. D.	151
Kajian Pemilahan Umbi Sebagai Bahan Propagasi dan Penggunaan Turus dalam Pembudidayaan Gembili (<i>Dioscorea esculenta</i> (Lour) Burk) Albert Husein Wawo dan Ning Wikan Utami	157
Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Garut (<i>Marantha arundinaceae</i> L.) Titi Juhaeti, L. A. Sukamto dan N. Hidayati	164
Potensi Bahan Nabati dalam Pengendalian Patogen <i>Fusarium</i> Sp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah Secara <i>In Vitro</i> Sri Widyaningsih	169
Keragaan Adopsi Komponen Teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Rawa Yanti Rina D.	175
Produksi Buah Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.) Hasil Pemuliaan IPB pada Tanah Ultisol di Provinsi Sumatera Selatan Endang Darma Setiaty	181
Teknologi Pengelolaan Lahan dan Air untuk Budidaya Tanaman Palawija dan Sayuran pada Musim Kemarau di Lahan Rawa Lebak Kemarau R. Smith Simatupang, Y. Raihana dan Nurita	186
Kajian Penggunaan Pupuk Organik untuk Efisiensi Pemupukan NPK pada Mentimun (<i>Cucumis sativus</i>) di Blitar Jawa Timur Nurul Istiqomah, Zainal Arifin, dan Dini Hardini	193
Aplikasi Macam dan Umur Kotoran Ternak Untuk Peningkatan Hasil dan Mutu Buah Melon Eko Murniyanto, Soehartono, Sucipto dan Dwija Septianta Putra	198
Analisis Perkembangan Penyakit Huanglongbing dan Implikasinya Terhadap Strategi Pengelolaan Penyakit pada Jeruk Nurhadi	205
Perkecambah Biji Gandaria (<i>Bouea macrophylla</i> Griff.) Sri Rahayu	212
Uji Keunggulan Caisim di Lima Lokasi Propinsi Bali Chotimatul Azmi, Rinda Kirana dan Ketut Wingarti	216
Respon Tanaman Cabai Terhadap Pemberian Asam Giberelat pada Musim Tanam Berbeda Puji Harsono	222
Pengaruh Konsentrasi Kompos Cair dari Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah Lokal Topo (<i>Allium ascalonicum</i> L.) Rima Melati dan Firlawanti L. Baguna	228

C. ASPEK PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN	235
Evaluasi Beberapa Varietas Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i> L. (Lam.)) yang Tahan Kering dari Berbagai Daerah di Sumsel Faridatul Mukminah	237
Karakterisasi Padi Varietas Lokal Lahan Rawa Suaidi Raihan dan Muhammad Saleh	244
Penampilan Galur Padi Gogo pada Uji Ketahanan Terhadap Blas di Kalimantan Selatan Rina D. Ningsih dan Agus Hasbianto	251
Uji Mutu Fisik Beberapa Kultivar Lokal Padi Beras Merah pada Elevasi Dataran Rendah dan Medium di Sumatera Barat Rida Putih dan Etti Swasti	256
Keragaan Galur-galur Padi Sawah Toleran Salinitas di Sembilan Lokasi Lahan Salin Priatna Sasmita, Cucu Gunarsih, Ali Imamuddin dan Agus Riyanto	261
Produktivitas Galur-galur Inbrida Padi Sawah Tahan Virus Tungro Cucu Gunarsih, Nafisah dan Trias Sitaresmi	268
Induksi Mutasi Genetik Melalui Penggandaan Kromosom Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merr) Varietas Wilis dan Tanggamus dengan Kolkisin Secara <i>In Vitro</i> Mastika Wardhani dan Ni Made Armini Wiendi	274
Uji Adaptasi Varietas Kedelai di Lahan Kering Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan Haris Kriswantoro, Nely Murniati, Munif Ghulamahdi dan Karlin Agustina	281
Analisis Daya Gabung Umum dan Daya Gabung Khusus 6 Mutan dan Persilangannya dalam Rangka Perakitan Kultivar Hibrida Jagung Tenggang Kemasaman Rustikawati, E. Suprijono, A. Romeida, C. Herison dan S. H. Sutjahjo	286
Kekerabatan Plasma Nutfah Jagung Lokal Sulawesi Utara dan Gorontalo dengan Jagung Pro vitamin A Asal CIMMYT Berdasarkan Karakter Morfologi Juhriah dan Mir Alam	292
Genotipe Jagung Efisien Hara, Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Dapat Mengurangi Dosis Pupuk Kimia di Lahan Marginal Munandar dan Renih Hayati	296
Aplikasi Kultur Jaringan untuk Perbanyak Araceae Berpotensi Pangan: <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume, <i>A. paeoniifolius</i> (Dennst.) Nicolson, dan <i>A. variabilis</i> Blume Yupi Isnaini, Sri Wahyuni dan Yuzammi.....	302
Pembentukan Embrio Somatik Sekunder pada Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) Arif Rahman, Ali Husni dan Agus Purwito	307
Identifikasi Keragaman Genetik Aksesori Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i> L.) pada Cekaman Defisien Hara Berdasarkan Penanda Isoenzim Novisrayani Kesmayanti, Benyamin Lakitan, Andi Wijaya dan Nuni Gofar	311
Induksi Proliferasi Tunas <i>In Vitro</i> <i>Mentha piperita</i> Melalui Penambahan BAP dan Chitosan Alfia Annur Aini Azizi, Agus Purwito dan Ni Made Armini Wiendi	317

Karakteristik Buah dan Viabilitas Biji Puda (<i>Artocarpus kemandu</i> Miq.) Koleksi Kebun Raya Bogor Popi Aprilianti dan Winda Utami Putri	323
Identifikasi Ketahanan Tanaman Pisang Ampyang Hasil Mutasi Induksi Terhadap Penyakit Layu <i>Fusarium</i> di Rumah Kaca Reni Indrayanti, Nurhayati A. Mattjik, Asep Setiawan dan Sudarsono	327
Induksi Mutasi Melalui Penggandaan Kromosom Nilam Varietas Sidikalang (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.) dengan Kolkisin Secara <i>In Vitro</i> Yudia Putri Anne dan Ni Made Armini Wiendi	333
Induksi dan Proliferasi Kalus Embriogenik Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) pada Beberapa Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Yosi Zendra Joni dan Rahayu Triatminingsih	339
Evaluasi Karakter Agronomi Beberapa Aksesori Kentang Hitam (<i>Solanostemon rotundifolius</i>) Lokal, Hasil Induksi Mutasi dan Poliploidisasi Tri Handayani, Aryani Leksonowati dan Witjaksono	344
Karakterisasi Tanaman Kemang (<i>Mangifera kemanga</i> Blume.) di Kecamatan Rancabungur, Kabupaten Bogor Syhabuddin Al Tapsi, Ani Kurniawati dan Edi Santosa	350
Evaluasi Pertumbuhan Benih 4 Varietas Jeruk Keprok (Bornio Prima, Trigas, Selayar dan Garut) Pasca Pengiriman Lewat Cargo Udara Di Empat Propinsi Emi Budiayati, Lizia Zamzami dan Nirmala F. D.	354
Karakterisasi Karakter Fenotipik dan Potensi Hasil Tanaman Gambir Tipe Udang (<i>Uncaria gambir</i> (Hunter) di Sumatera Barat Roxb.) Hamda Fauza, Istino Ferita, Erma Suryani dan Murdaningsih H. Karmana	360
Evaluasi dan Seleksi Karakteristik Kualitas Beberapa Genotipe Bawang Daun (<i>Allium fistulosum</i> L.) S. T. Rahayu, R. Kirana dan C. Azmi	366
Uji Multilokasi Varietas-varietas Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.) Titiek Purbiati, Abdullah Umar dan Arry Supriyanto	370
Studi Penentuan Rentang Suhu Kardinal Perkecambahan <i>Basella alba</i> L. Peni Lestari, Ning Wikan Utami dan Titi Juhaeti	376
Induksi Mutasi <i>Protocorm Like Bodies</i> (PLB) Anggrek <i>Spathoglottis plicata</i> Blume. Aksesori Bengkulu pada Sebelas Taraf Dosis Iradiasi Sinar Gamma Atra Romeida, Surjono Hadi Sutjahjo, Agus Purwito, Dewi Sukma dan Rustikawati	381
Subkultur Berulang Tunas <i>In Vitro</i> Pisang Kepok Unti Sayang pada Beberapa Komposisi Media Cokorda Istri Meyga Semarayani dan Diny Dinarti	388
Genetics diversity in mango (<i>mangifera</i>) species with off-season fruiting in pekanbaru, Riau-Indonesia Fitmawati, Suci Rohayati and Herman Syahdan	394
D. ASPEK TATA NIAGA, SOSIAL, DAN KEBIJAKAN	401
Menjadikan Ubi Kayu Sebagai Sumber Ketahanan Pangan dan Energi di Indonesia Suwarto	403

Biomassa Tumbuhan Taka (<i>Tacca leontopetaloides</i>) di Sekitar Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah Laode Alhamd	409
Prospek Usahatani Padi Gogo Menunjang Pendapatan Petani di Lahan Kering Kalimantan Selatan (Kasus di Desa Kiram Kec. Karang Intan Kab. Banjar) Rismarini Zuraida	415
Penyediaan Benih Kedelai Melalui Sistem Jabalsim di Jawa Timur Zainal Arifin, M. Cholil Mahfudz dan Nurul Istiqomah	419
Pohon Penghasil Nut di Kebun Raya Bogor Sebagai Sumber Alternatif Pangan R. Syamsul Hidayat dan R. Subekti Purwantoro	425
Potensi Produksi Pohon Induk Kelapa dalam Kopyor Asal Kalianda, Lampung Selatan Ismail Maskromo, Sudarsono dan Hengky Novarianto	430
Sinergi Bio-Metana Berbahan Baku Limbah <i>Jatropha curcas</i> L. dan Pangan dalam Penerapan Program Kawasan Rumah Pangan Lestari Roy Hendroko, Tony Liwang, Salafudin, G. A. Praptiningsih, L. O. Nelwan, Yosephianus Sakri dan Satriyo K. Wahono	437
Pengembangan Pisang Kepok Unggul Sebagai Penopang Ketahanan Pangan Nasional M. Rahmad Suhartanto, Sobir, H. Harti, M. A. Nasution dan Nurbani	445
Efektivitas Bahan Pembungkus Oksidator Etilen untuk Memperpanjang Masa Simpan Pisang Raja Bulu Winarso D. Widodo, Ketty Suketi dan Bungas Sabrina	449
Pengaruh Varietas Terhadap Karakteristik Agronomi dan Karakteristik Fisik Bawang Merah Nurul Istiqomah dan Sri Satya Antarlina	458
Keragaman Jenis Anggrek Tanah Sebagai Sumberdaya Non Kayu di Cagar Alam Melampah Alahan Panjang, Sumatra Barat Sri Hartini	465
Agronomi untuk Pertanian Berkelanjutan Sudradjat	471
Keanekaragaman Hayati Hutan Lindung Gunung Tilu dan Kearifan Lokal Masyarakat Desa Jabranti Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat Sudarmono, Nanang S., Trisno U., Ratna S. A. dan Rustandi	475

PRESENTASI POSTER

B. ASPEK BUDIDAYA TANAMAN	481
Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah dengan Pupuk Hayati di Lahan Terdegradasi Sri Hartin Rahaju	483
Perkecambah Biji dan Morfologi Semai Burahol (<i>Stelechocarpus burahol</i> (Blume) Hook.F. & Thomson) pada Berbagai Media Hary Wawangningrum, Winda Utami Putri dan Mujahidin	487

Managemen Irigasi Berdasarkan Kebutuhan Air pada Cabai untuk Menunjang Kedaulatan Pangan Tanaman Nasional Fauzia Syarif dan Wahyu Widiyono	492
Teknologi Pembungaan Jeruk Siam pada Cekaman Hujan Tinggi (<i>La-Nina</i>) Hasim Ashari dan Zainuri Hanif	497
C. ASPEK PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN	503
Karakterisasi Morfologi pada <i>Amorphophallus paeoniifolius</i> (Walur dan Suweg) Sebagai Penunjang dalam Pengembangan Pangan Fungsional Tri Handayani dan Yuzammi	505
Uji Adaptasi Lima Genotip F ₁ Semangka di Solok dan Asahan Sunyoto dan Liza Octriana	511
Pengaruh Induksi Mutasi Sinar Gamma pada Regenerasi Kalus Embriogenik Keprok Garut (<i>Citrus reticulata</i> L.) Karyanti, Agus Purwito dan Ali Husni	517
Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Regenerasi Kalus Jeruk Siam Hasil Kultur Protoplas Aida Wulansari, Agus Purwito, Ali Husni dan Enny Sudarmonowati	523
Kualitas Beberapa Galur Mentimun (<i>Cucumis Sativus</i> L.) pada Penanaman di Bandung dan Garut S. T. Rahayu, A. Asgar dan U. Sumpena	529
Pendugaan Heritabilitas dari Beberapa Genotipe Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.) di 3 Lokasi Tri Budiyanti, Sunyoto dan Noflindawati	534
Profil Koleksi Pisang Liar di Kebun Raya Bogor dalam Mendukung Pemuliaan Pisang di Indonesia Sumanto dan Sri Rahayu	539
D. ASPEK TATA NIAGA, SOSIAL, DAN KEBIJAKAN	545
Jalawure (<i>Tacca leontopetaloides</i>) Berpotensi Sebagai Bahan Pangan Alternatif Sumber Karbohidrat Dapat Mendukung Kedaulatan Pangan di Garut Selatan Wardah	547
Potensi Biji Teratai Mendukung Diversifikasi Pangan di Lahan Rawa Kalimantan Selatan S. S. Antarlina dan Yanti Rina	553
Potensi Buah Lakuca (<i>Artocarpus lacucha</i> Buch-Ham) Sebagai Sumber Bahan Pangan Olahan Inggit Puji Astuti dan Sri Rahayu	559
Jalan Berliku Pertanian Indonesia dalam Menghadapi Impor, Studi Kasus pada Buah Jeruk Zainuri Hanif dan Hasim Ashari	563
Evaluasi Biaya Pembenihan Jeruk Keprok Trigas pada Beberapa Jenis Ukuran Polybag dan Media Tanam Lizia Zamzami, Emi Budiyati dan Nirmala F. D.	569
Inventarisasi dan Eksplorasi Tumbuhan Buah di Kawasan Suaka Alam Maninjau Utara-Selatan, Kab. Agam, Provinsi Sumatra Barat Esti Munawaroh	574

Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi Molekuler Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Beberapa Sampel Tanah di Bogor, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT) Fahrizal Hazra dan Ety Pratiwi	579
Analisis Peramalan Permintaan Sayuran Menggunakan Pendekatan Kointegrasi pada PT Saung Mirwan, Bogor, Jawa Barat Titi Destiyanti Lestari, Muhammad Syamsun dan Alim Setiawan S.	586
Strategi Peningkatan Daya Saing PT Saung Mirwan dengan Pendekatan <i>Analytic Network Proses</i> (ANP) Yuti Arlan, Muhammad Syamsun dan Alim Setiawan S.	593
Perbandingan <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) dan <i>Analytic Network Process</i> (ANP) dalam Perancangan dan Pembobotan Metrik Pengukuran Kinerja Rantai Pasok Sayuran (Studi Kasus: PT Saung Mirwan, Bogor) Choirul Amalia, Muhammad Syamsun dan Alim Setiawan S.	599
Partisipasi Masyarakat dalam Program Penguatan Pangan di Salam-Sari dan Telaga-Mulya, BKPH Majenang, Cilacap Desa Hutan: Studi Kasus Pemberdayaan di LMDH Saefudin	604
UCAPAN TERIMA KASIH	611

PENGARUH DUA LEVEL CEKAMAN BESI DALAM LARUTAN HARA TERHADAP GEJALA KERACUNAN BESI DAN HUBUNGANNYA DENGAN PERTUMBUHAN PADI

Iskandar Lubis^{1,*} dan Aidi Noor²

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB
Dramaga, Bogor 16680, Tel. : (0251)8629353, fax.: (0251)8629353

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan, Jl. Panglima Batur Barat No. 4
Banjarbaru 70711, Tlp : (0511)4772346, Fax : (0511)47781810, aidinoor@yahoo.com
Corresponding author: iskandarlbs@yahoo.com

Abstrak

Keracunan besi pada padi merupakan salah satu faktor pembatas produksi padi di lahan sawah yang dapat menyebabkan berkurangnya hasil padi 12-100%. Lahan yang paling banyak dipengaruhi oleh keracunan besi adalah tanah ultisol, oxisol dan lahan pasang surut sulfat masam. Penelitian bertujuan untuk 1) mengetahui pengaruh dua level cekaman Fe dalam media larutan hara terhadap gejala keracunan Fe, 2) mengetahui hubungan antara gejala keracunan besi dengan pertumbuhan tanaman padi. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca *University Farm* Cikabayan, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Juli sampai September 2010. Penelitian merupakan percobaan faktorial 2 faktor. Faktor 1 cekaman Fe (konsentrasi 143 ppm Fe dan 325 ppm Fe), dan faktor 2 genotipe padi (20 genotipe). Media tumbuh menggunakan pot plastik (PVC) yang diisi dengan larutan hara Yoshida sebanyak 1000 ml. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan cekaman Fe dari konsentrasi Fe 143 ppm menjadi 325 ppm Fe meningkatkan gejala keracunan besi. Gejala keracunan besi pada cekaman 143 ppm Fe berkisar antara 3.0-5.0, sedangkan pada cekaman 325 ppm Fe berkisar antara 5.0-8.3. Pada perlakuan 143 ppm Fe, skoring keracunan Fe padi sawah berkisar antara 3.7-5.0, padi rawa 3.0-4.3, galur harapan 3.0-3.7. Pada perlakuan 325 ppm Fe, genotipe padi sawah menunjukkan gejala keracunan yang lebih tinggi yaitu berkisar antara 6.3-8.3. Gejala keracunan Fe padi rawa dan galur harapan berkisar antara 5.0-7.0. Keracunan besi pada tanaman lebih berpengaruh terhadap bagian atas tanaman (bobot kering tanaman dan jumlah anakan) dibandingkan bagian akar tanaman. Gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan bobot kering tajuk ($r = -0.79^{**}$), jumlah anakan ($r = -0.74^{**}$), bobot kering akar ($r = -0.56^{**}$), dan panjang akar (-0.33^{*}).

Kata kunci : cekaman besi, gejala keracunan besi, pertumbuhan padi

PENDAHULUAN

Keracunan besi pada padi merupakan salah satu faktor pembatas produksi padi di lahan sawah yang telah dilaporkan terjadi secara luas di beberapa negara Asia seperti China, India, Indonesia, Thailand, Malaysia, dan Philipina (Ash *et al.*, 2005). Hasil padi dapat berkurang 12-100% tergantung tingkat beratnya keracunan besi dan genotipe padi yang ditanam (Sahrawat, 2004; Sahrawat, 2010). Lahan yang banyak dipengaruhi oleh keracunan besi adalah tanah ultisol, oxisol dan lahan pasang surut sulfat masam (Sahrawat, 2004). Lahan pasang surut dengan jenis tanah sulfat masam di Indonesia diperkirakan sekitar 6.7 juta ha, sehingga apabila lahan ini ditanami dengan varietas padi yang peka sangat berpotensi menyebabkan keracunan besi pada tanaman.

Keracunan besi pada padi selain disebabkan tingginya kadar besi dalam larutan tanah juga dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti ketidakseimbangan, hara tanah selalu tergenang (Sahrawat *et al.*, 2004), dan penggunaan varietas yang peka seperti IR 64 (Suhartini dan Makarim, 2009). Keracunan besi terjadi karena penyerapan unsur Fe^{+2} yang melebihi 300 ppm (Yamauchi dan Peng, 1995) yang berakibat terganggunya beberapa proses metabolisme dalam tanaman (Bode *et al.*, 1995). Gejala keracunan besi beragam diantara genotipe padi, dan umumnya adalah adanya bercak coklat keunguan dari daun yang diikuti dengan pengeringan (Peng dan Yamauchi, 1993). Menurut Fageria *et al.* (2008), gejala keracunan besi pada tanaman ditunjukkan dengan menurunnya tinggi tanaman, berkurangnya anakan, dan berkurangnya klorofil tanaman.

Gejala visual yang khas berhubungan dengan proses keracunan besi, terutama terjadinya akumulasi dari *polyphenol* teroksidasi yang disebut *bronzing* atau *yellowing* pada padi. Gejala yang khas dimulai dengan bercak berwarna coklat kemerahan dari daun tua, bercak berwarna tembaga kemudian meluas keseluruh daun. Perkembangan gejala selanjutnya ujung daun menjadi kuning-jingga kemudian mengering. Pada keracunan yang berat seluruh daun padi menjadi jingga sampai coklat atau coklat ungu (Yamaouchi dan Yoshida, 1981).

Penelitian bertujuan untuk 1) mengetahui pengaruh cekaman Fe dalam media larutan hara terhadap gejala keracunan Fe pada 20 genotipe padi, 2) mengetahui hubungan antara gejala keracunan besi dengan pertumbuhan tanaman padi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca *University Farm* Cikabayan, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Juli sampai September 2010. Untuk mengetahui respon tanaman padi terhadap gejala keracunan besi, tanaman padi diberi perlakuan cekaman Fe berat (325 ppm Fe) dan cekaman Fe sedang (143 ppm Fe) (hasil penelitian sebelumnya, data tidak disajikan). Penelitian merupakan percobaan faktorial 2 faktor, yaitu Faktor 1. cekaman (Konsentrasi) Fe (143 ppm Fe dan 325 ppm Fe). Faktor 2. genotipe padi (20 genotipe) : Genotipe padi yang digunakan dalam penelitian (Tabel 8) terdiri dari: genotipe yang telah dirilis untuk lahan sawah tadah hujan/irigasi (4 varietas), genotipe padi yang telah dirilis untuk lahan rawa/pasang surut (8 varietas) dan galur harapan untuk lahan rawa pasang surut (8 galur). Setiap perlakuan (satuan percobaan) diulang 3 kali yang disusun dalam rancangan acak kelompok.

Padi disemai dalam bak plastik dengan media pasir yang diberi larutan hara Yoshida. Setelah tanaman padi berumur semai 14 hari dipindahkan kedalam pot plastik yang berisi larutan hara Yoshida dengan pH 4.5, setelah aklimatisasi selama 7 hari baru diberi perlakuan Fe sesuai perlakuan. Perlakuan Fe (menggunakan FeSO_4) diberikan dalam dua level konsentrasi Fe, pH larutan diatur 4.0. Media larutan hara Yoshida yang digunakan adalah sebagai berikut : 40 ppm N (NH_4NO_3), 10 ppm P ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 40 ppm K (K_2SO_4), 40 ppm Ca (CaCl_2), 40 ppm Mg ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 0.5 ppm Mn ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), 0.05 ppm Mo ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), 0.2 ppm B (H_3BO_3), 0.01 ppm Zn ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 0.01 ppm Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 2 ppm Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

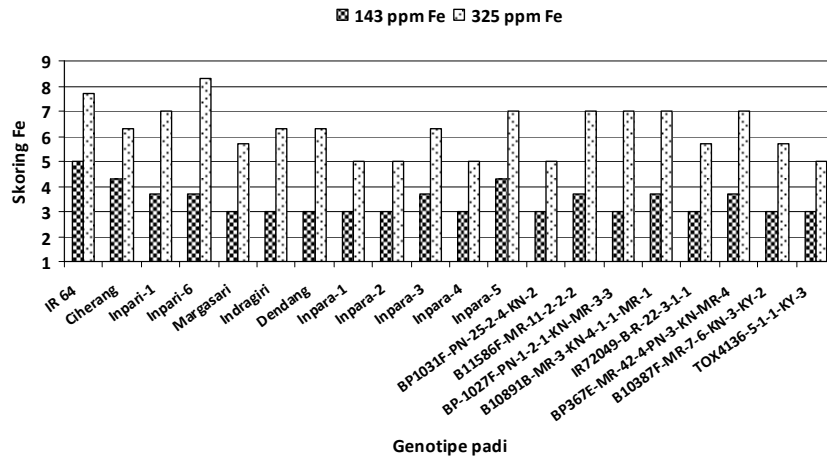
Media tumbuh menggunakan pot plastik (PVC) yang mempunyai diameter 7.5 cm dan panjang 23 cm. Pot plastik diisi dengan larutan sebanyak 1000 ml yang mengandung hara dan Fe sesuai perlakuan, permukaan pot ditutup untuk meminimalkan masuknya oksigen dan evaporasi pada media larutan. Kekurangan volume larutan ditambah setiap hari dengan larutan yang sama. Kultur larutan diperbaharui setiap seminggu sekali.

Pengamatan yang dilakukan meliputi skoring keracunan Fe, kadar Fe dalam jaringan tanaman (tajuk), jumlah anakan, bobot tajuk (shoot), bobot akar dan panjang akar, pada umur tanaman 4 minggu setelah tanam. Skoring gejala keracunan besi dilakukan berdasarkan persentase daun yang keracunan, skoring 1=0%, 2=1-9%, 3=10-29%, 5=30-49, 7=50-69%, 9=70-89%, 10=90-100% (IRRI-INGER, 1996; modifikasi Asch *et al.*, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

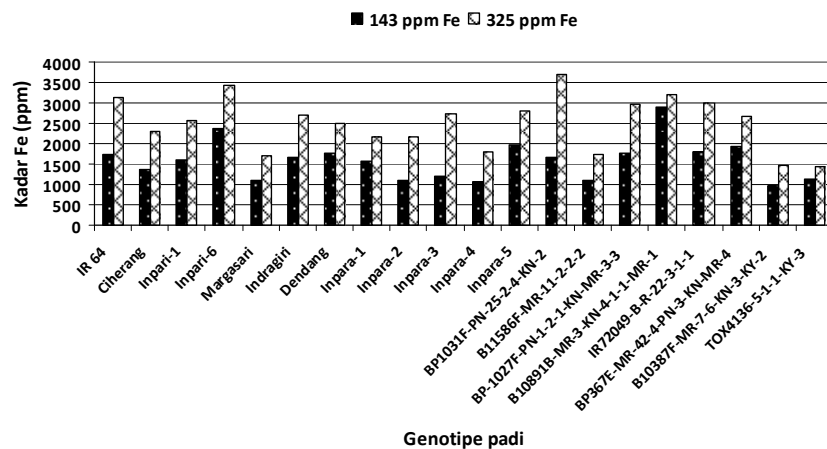
Gejala keracunan Fe tanaman

Peningkatan cekaman Fe dari konsentrasi Fe 143 ppm menjadi 325 ppm Fe meningkatkan gejala keracunan besi pada ke 20 genotipe padi (Gambar 1). Padi sawah (IR.64, Ciherang, Inpari-1, Inpari-6) menunjukkan gejala keracunan besi yang lebih tinggi dibandingkan padi rawa (Margasari, Indragiri, Dendang, Inpara-1, Inpara-2, Inpara-3, Inpara-4, dan Inpara-5) dan galur harapan. Berdasarkan pengamatan skoring gejala keracunan besi umur 4 minggu pada perlakuan 143 ppm Fe, skoring keracunan Fe padi sawah berkisar antara 3.7-5.0, padi rawa 3.0-4.3, galur harapan 3.0-3.7. Pada perlakuan 325 ppm Fe, genotipe padi sawah menunjukkan gejala keracunan yang lebih tinggi yaitu berkisar antara 6.3-8.3 (rata-rata 7.15). Genotipe padi rawa gejala keracunan berkisar antara 5.0-7.0 (rata-rata 5.83), sedangkan galur padi pasang surut berkisar antara 5.0-7.0 (rata-rata 6.18) (Gambar 1).



Gambar 1. Skoring gejala keracunan besi 20 genotipe padi perlakuan 143 ppm Fe dan 325 ppm Fe dalam larutan hara umur 4 minggu setelah diberi cekaman Fe

Meningkatnya konsentrasi besi dalam larutan meningkatkan gejala keracunan besi pada padi karena semakin tingginya Fe yang diserap oleh tanaman. Meningkatnya cekaman Fe dari 143 ppm Fe menjadi 325 ppm Fe meningkatkan kadar Fe dalam jaringan tanaman tajuk (Gambar 2).



Gambar 2. Kadar besi jaringan tanaman 20 genotipe padi perlakuan 143 ppm Fe dan 325 ppm Fe dalam larutan hara umur 4 minggu setelah diberi cekaman Fe

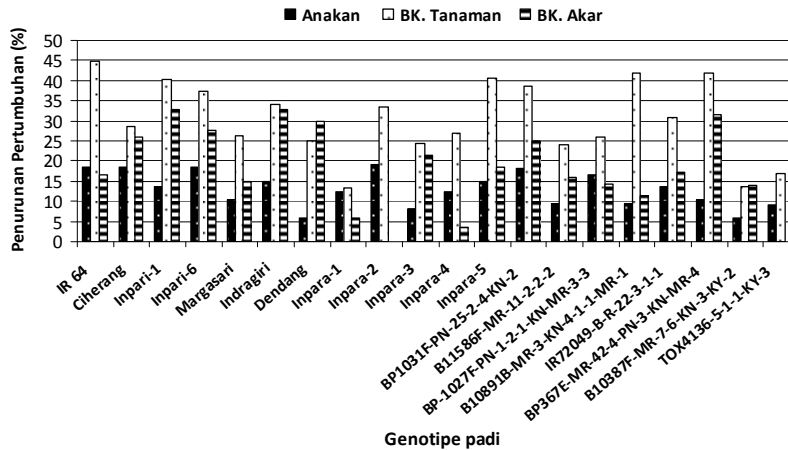
Kadar besi dalam tanaman selain dipengaruhi oleh kadar Fe dalam larutan juga dipengaruhi oleh perbedaan toleransi genotipe padi. Kadar besi tanaman pada perlakuan 143 ppm berkisar antara 954-2905 ppm Fe, sedangkan pada perlakuan 325 ppm Fe kadar Fe tanaman berkisar antara 1426-3.3695 ppm. Pada cekaman 143 ppm Fe rata-rata kadar Fe padi sawah 1768 ppm Fe, padi rawa 1429 ppm Fe, dan galur harapan 1650. Pada cekaman 325 ppm Fe, rata-rata kadar Fe padi sawah 2863 ppm Fe, padi rawa 2320 ppm Fe, dan galur 2530 ppm Fe.

Hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan kadar Fe dalam larutan yang menyebabkan keracunan Fe pada tanaman sangat beragam. Menurut Ash *et al.* (2005), kadar Fe dalam larutan yang menyebabkan keracunan bervariasi sangat luas berkisar antara 10-500 ppm Fe. Hasil penelitian Majerus *et al.* (2007) dan Mehraban *et al.* (2008) menunjukkan kadar Fe dalam larutan hara 250-500 ppm dengan pH 4.5-6.0 meningkatkan secara nyata kadar Fe dalam jaringan tanaman dan menunjukkan gejala keracunan Fe pada tanaman yang peka. Hasil penelitian Dorlodot *et al.* (2005) pada konsentrasi Fe dalam larutan hara > 250 ppm menunjukkan gejala keracunan besi dan menurunnya pertumbuhan tanaman.

Sahrawat (2000) mengemukakan batas kritis kadar Fe dalam tanaman padi yang menyebabkan keracunan besi antara 300-500 ppm, sedangkan hasil penelitian Nozoe *et al.* (2008) batas kritis keracunan besi pada kisaran yang lebih tinggi lagi yaitu antara 500-2000 ppm Fe. Kadar Fe dalam jaringan tanaman selain berkorelasi dengan gejala keracunan besi, juga berkorelasi negatif dengan pertumbuhan tanaman (Mehraban *et al.* (2008). Hasil penelitian Audebert (2006) dan Suhartini dan Makarim (2009) menunjukkan skoring gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan hasil padi.

Perubahan pertumbuhan tanaman akibat peningkatan konsentrasi Fe

Peningkatan konsentrasi Fe dalam larutan menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman padi (Gambar 3). Bobot kering tanaman lebih dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi Fe dari 143 ppm menjadi 325 ppm dibandingkan jumlah anakan dan bobot kering akar tanaman. Peningkatan konsentrasi Fe menurunkan jumlah anakan 6.0-19.3% (13.1%), bobot kering tanaman 13.8-44.7%, dan bobot kering akar 0-32.7% (Gambar 3).

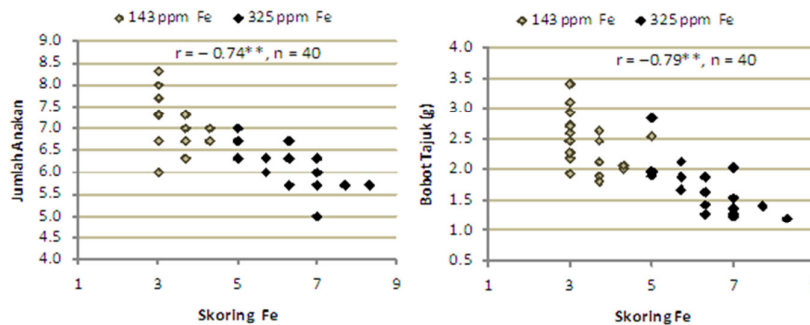


Gambar3. Persentase penurunan pertumbuhan tanaman sebagai akibat peningkatan cekaman Fe dari 143 ppm menjadi 325 ppm Fe

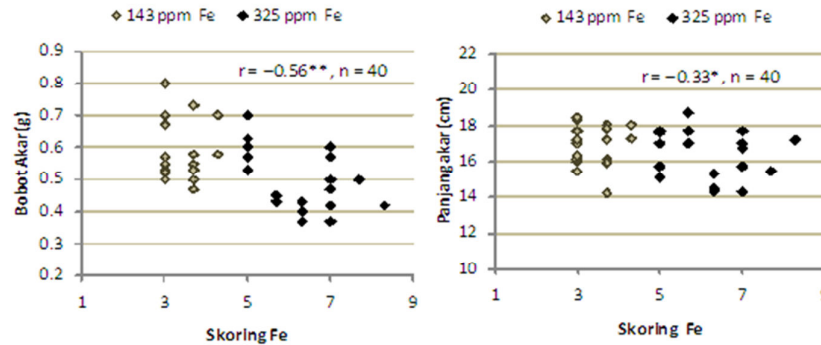
Menurut Fageria *et al.* (2008), gejala keracunan besi pada tanaman ditunjukkan dengan menurunnya tinggi tanaman, berkurangnya anakan, berkurangnya klorofil tanaman. Tanaman yang keracunan besi akarnya menjadi sedikit, kasar, pendek dan tumpul, berwarna coklat gelap (Sahrawat, 2004; Fageria *et al.*, 2008). Dengan meningkatnya stres keracunan besi daun tanaman menjadi coklat keunguan, diikuti dengan pengeringan daun dan tanaman terlihat seperti terbakar (hangus) (Sahrawat, 2004). Keracunan besi pada tanaman padi yang terserang berat mengakibatkan pertumbuhan sangat jelek, anakan tidak tumbuh sehingga hasil yang didapatkan sangat rendah dan bahkan dapat mengakibatkan kegagalan panen (Audebert dan Sahrawat, 2000)

Korelasi antara gejala keracunan Fe dengan pertumbuhan tanaman

Skoring gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan jumlah anakan, bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan panjang akar (Gambar 4-5). Hubungan antara gejala keracunan besi dengan bagian atas tanaman (jumlah anakan dan bobot kering tajuk) lebih kuat dibandingkan bagian bawah tanaman (bobot kering akar dan panjang akar). Korelasi antara gejala keracunan besi dengan bagian akar tanaman walaupun berkorelasi nyata, tetapi mempunyai hubungan yang lemah terutama dengan panjang akar. Gejala keracunan besi lebih berkorelasi dengan bobot kering tajuk ($r = -0.79^{**}$), kemudian diikuti oleh jumlah anakan ($r = -0.74^{**}$), bobot kering akar ($r = -0.56^{**}$), dan panjang akar (-0.33^*) (Gambar 4-5).



Gambar 4. Hubungan antara skoring keracunan Fe dan jumlah anakan dan bobot kering tajuk



Gambar 5. Hubungan antara skoring keracunan Fe dengan bobot kering akar dan panjang akar

Hasil penelitian menunjukkan keracunan besi pada tanaman lebih berpengaruh terhadap bagian atas tanaman (bobot kering tanaman dan jumlah anakan) dibandingkan akar tanaman, yang dapat dilihat dari penurunan pertumbuhan (Gambar 3) dan korelasi antara gejala keracunan besi dengan pertumbuhan tanaman (Gambar 4-5). Menurut Fageria, (1988), biomasa bagian atas tanaman dapat lebih dipengaruhi oleh kendala keracunan Fe dari pada biomasa akar.

Perlakuan cekaman Fe dalam larutan hara 143 dan 325 ppm menyebabkan tanaman keracunan besi terutama pada genotipe yang peka yang berakibat terganggunya pertumbuhan tanaman padi. Keracunan Fe selain disebabkan tingginya serapan Fe^{+2} dalam jaringan tanaman juga berhubungan dengan berbagai faktor seperti ketidakseimbangan hara mineral yang cenderung mengurangi kemampuan oksidasi akar tanaman padi (Sahrawat *et al.*, 2004). Keracunan Fe berhubungan juga dengan genotipe tanaman, penggunaan varietas yang peka seperti IR.64 menyebabkan rendahnya produktivitas padi (Suhartini dan Makarim, 2009). Menurut Audebert (2006), besi ferro yang diserap tanaman dan terkonsentrasi pada daun mengakibatkan *discoloration* pada daun, mengurangi jumlah anakan dan secara nyata mengurangi hasil. Penurunan hasil padi karena keracunan besi juga disebabkan karena terganggunya proses metabolisme di dalam tanaman yang berakibat terjadinya perubahan karakter agronomi maupun fisiologi dalam tanaman padi.

Gejala keracunan besi dapat terjadi pada tahap pertumbuhan yang berbeda dan dapat mempengaruhi padi pada tahap tanaman muda, selama seluruh tahap pertumbuhan vegetatif, dan tahap reproduktif. Keracunan pada tahap vegetatif menyebabkan menurunnya tinggi dan bobot kering tanaman. Pembentukan anakan dan jumlah anakan produktif secara drastis menurun (Fageria, 1988, Fageria *et al.*, 2008).

KESIMPULAN

1. Peningkatan cekaman Fe dari konsentrasi 143 ppm menjadi 325 ppm Fe meningkatkan gejala keracunan besi. Gejala keracunan besi pada cekaman 143 ppm Fe berkisar antara 3.0-5.0, sedangkan pada cekaman 325 ppm Fe berkisar antara 5.0-8.3. Pada perlakuan 143 ppm Fe, skoring keracunan Fe padi sawah berkisar antara 3.7-5.0, padi rawa 3.0-4.3, galur harapan 3.0-3.7. Pada perlakuan 325 ppm Fe, genotipe padi sawah menunjukkan gejala keracunan yang lebih tinggi yaitu berkisar antara 6.3-8.3. Gejala keracunan Fe padi rawa dan galur padi pasang surut berkisar antara 5.0-7.0.
2. Keracunan besi pada tanaman lebih berpengaruh terhadap bagian atas tanaman (bobot kering tanaman dan jumlah anakan) dibandingkan bagian akar tanaman. Gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan bobot kering tajuk ($r = -0.79^{**}$), jumlah anakan ($r = -0.74^{**}$), bobot kering akar ($r = -0.56^{**}$), dan panjang akar (-0.33^{*}).

DAFTAR PUSTAKA

- Asch, F., M. Becker, and D.S. Kpongor. 2005. A quick and efficient screen for resistance to iron toxicity in lowland rice. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168:764–773.
- Audebert. A. 2006. Iron partitioning as a mechanism for iron toxicity tolerance in lowland rice. *In*: Audebert. A. L.T. Narteh. D. Millar and B. Beks. 2006. Iron Toxicity in Rice-Based System in West Africa. Africa Rice Center (WARDA).

- Audebert A., and K.L. Sahrawat. 2000. Mechanisms for iron toxicity tolerance in lowland rice. *J. Plant Nutr.* 23:1877-1885.
- Bode, K., O. Doring, S. L uthje, H.U. Neue, and M. Bottger. 1995. The role of active oxygen in iron tolerance of rice (*Oryza sativa*). *Protoplasma* 184:249–255.
- Dorlodot, S., S. Lutts, and P. Bertin. 2005. Effect of ferrous iron toxicity on the growth and mineral competition of and interspecific rice. *J. Plant Nutr.* 28:1-20.
- Fageria, N.K. 1988. Influence of iron on nutrient uptake by rice. *Int. Rice Res. Newsl.* 13: 20-21.
- Fageria, N.K., A. B. Santos, M.P. Barbosa Filho, and C.M. Guimaraes. 2008. Iron Toxicity in Lowland Rice. *J. Plant Nutr.* 31:1676–1697.
- IRRI-INGER. 1996. Standar Evaluation System for Rice. Ed.4th. International Rice Research Institute. Manila, Phillippines. 52 p.
- Majerus, V., P. Bertin, and S. Lutts. 2007. Effects of iron toxicity on osmotic potential, osmolytes and polyamines concentrations in the African rice (*Oryza glaberrima* Steud.). *Plant Science.* 173: 96–105.
- Mehraban, P., A.A. Zadeh, and H.R. Sadeghipour. 2008. Iron toxicity in rice (*Oryza sativa* L.) under different potassium nutrition. *Asian J. of Plant Sci.* 1-9.
- Nozoe, T., R. Agbisiti, Y. Fukuta, R. Rodriguez, S. Yanagihara. 2008. Characteristics of iron tolerant rice lines developed at IRRI under field conditions. *JARQ.* 42:187-192.
- Peng, X.X., and M. Yamauchi. 1993. Ethylene production in rice bronzing leaves induced by ferrous iron. *Plant Soil.* 149:227–234.
- Sahrawat K.L. 2000. Elemental composition of the rice plant as affected by iron toxicity under field conditions. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 31:2819-2827.
- Sahrawat, K.L. 2004. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. *J. Plant Nutr.* 27(8):1471–1504.
- Sahrawat, K.L. 2010. Reducing iron toxicity in lowland rice with tolerant genotypes and plant nutrition. *Plant Stress* 4:70-75.
- Suhartini, T. dan A.K. Makarim. 2009. Teknik seleksi genotipe padi toleran keracunan besi. *J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 28:125-130.
- Yamauchi, M. and X.X. Peng. 1995. Iron toxicity and stress-induced ethylene production in rice leaves. *Plant and Soil* 173:21-28.
- Yamauchi, M. and S. Yoshida. 1981. Physiological mechanisms of rice's tolerance for iron toxicity. Paper presented at the IRRI Saturday Seminar, June 6, 1981. Manila, Philippines: International Rice Research Institute.