

Pengkayaan Besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam Beras dan Karakter Penentu Varietas Padi Sawah Efisien pada Tanah *Vertisol* dan *Inceptisol*

YUSTISIA¹⁾, TOHARI²⁾, DJA'FAR SHIDDIEQ²⁾ DAN SUBOWO, G³⁾

1) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan

2) Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

3) Balai Penelitian Tanah Bogor

Email: yustisia_sumsel@yahoo.com; Tlp 081228410979

ABSTRACT

Iron and Zinc Rice Grain Concentration Enrichment and Determination Factors for Contributing Characters of Efficient Varieties in Vertisols and Inceptisols

Increasing concentration of Fe and Zn micronutrients in rice grain is needed to reduce a wide gap between micronutrients concentration in rice grain and daily recommended consumption, and to anticipate of rice consumption decreased consequence. The Fe and Zn micronutrients in rice grain is influenced by genetic, soil type and management fertilizer factors. The major of rice field and intensively lowland rice production in Indonesia is conducted in Inceptisols and the others is conducted in Vertisols. This research conducted to identify rice genotypes based on their Fe and Zn concentrations in whole brown rice and to identify specific characters of efficient genotypes based on their potentially increasing concentrations of Fe and Zn in whole brown rice. The experiment was conducted in the Greenhouse of Agriculture Faculty, Gadjah Mada University during Dry Season 2008. The experiment was arranged using Randomized Complete Block Design with three replications. Two different soils (Vertisols and Inceptisols) as a first factor, and genotypes (Cimelati, Pandan Wangi, Ciherang, Cisokan, Widas dan IR 64) as a second factor. Fertilizer application in Inceptisols was applied at the rate of 222, 26 kg ha⁻¹ N, 56,80 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 47,67 kg ha⁻¹ K₂O. In Vertisols, fertilizer was applied at the rate of 136,38; 52,29 and 43,88 kg ha⁻¹ N, P₂O₅ and K₂O respectively. The result revealed that the concentrations of Fe and Zn in whole brown rice of Widas and Ciherang genotypes in Inceptisols was higher than that it is in Vertisols. The Fe and Zn concentrations in whole brown rice of Widas were 19,8 ppm and 24,43 ppm and Ciherang were 11,40 ppm and 24,55 ppm respectively. The Widas and Ciherang are the efficient genotypes and Cimelati is the inefficient genotype. The efficient genotypes had darker leaves, narrower leaves, lower yield decrease, higher grain yield efficiency index, compared to the inefficient genotypes. The maximal yield decreased for selecting efficient rice genotypes with NPK fertilizer at the 222, 26 kg ha⁻¹ N, 56,80 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 47,67 kg ha⁻¹ K₂O compared to the without NPK fertilizer obtained of around 41,49%.

Key Words: Fe and Zn grain concentration, N, P, and K fertilization, Vertisols and Inceptisols

PENDAHULUAN

Hara mikro besi (Fe) dan seng (Zn) merupakan indikator kualitas nutrisi beras, namun kandungannya masih rendah masing-masing hanya

berkisar antara 9,4-16,2 dan 18,4-35,0 ppm (Indrasari, 2006). Kandungan tersebut belum memenuhi kebutuhan asupan harian Fe dan Zn yang dianjurkan. Pada masa yang akan datang

tuntutan perlunya upaya peningkatan kandungan Fe dan Zn dalam beras akan semakin meningkat sejalan dengan penurunan konsumsi beras. Faostat (2005) melaporkan, konsumsi beras di Indonesia turun sebesar 2,87 % dalam kurun waktu 1990-2005. Berdasarkan konsumsi beras sebanyak 345,34 g/orang/hari dan kebutuhan asupan harian Fe dan Zn yang dianjurkan masing-masing sekitar 9-27 dan 12-15 mg/orang/hari (Higdon, 2007; Welch, 2007), beras yang dikonsumsi minimal mengandung Fe dan Zn masing-masing sekitar 26,1 - 78,2 ppm dan 34,7 - 43,4 ppm.

Kandungan Fe dan Zn dalam beras ditentukan oleh interaksi faktor genetik, lingkungan dan pengelolaan (Allard, 1960; De Datta *et al.*, 1987; Dey & Hossain, 1995). Faktor genetik yang dikehendaki dari suatu varietas adalah yang memiliki kemampuan memanfaatkan lingkungan yang terbatas, sesuai atau memiliki kemampuan memanfaatkan lingkungan yang telah diperbaiki (Blum, 1988; Nor & Cady, 1979). Varietas-varietas unggul padi yang tersedia dan atau ditanam pada tanah *Inseptisol* dan *Vertisol* dengan pengelolaan intensif diduga secara genetik diantaranya mengandung Fe dan Zn beras tinggi. Pengelolaan intensif tersebut antara lain pemupukan NPK tidak seimbang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi varietas berkadar Fe dan Zn tinggi dalam beras dan karakter penentunya serta memilih jenis tanah yang berpotensi bagi peningkatan kandungan Fe dan Zn dalam beras. Implementasi teknologi eksisting petani pada penelitian ini akan digunakan sebagai salah satu dasar dan acuan dalam merencanakan teknologi pemupukan NPK selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan satu dari serangkaian percobaan untuk mendapatkan teknologi rekayasa pengkayaan nutrisi Fe dan Zn dalam beras. Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian UGM pada bulan Juni-Oktober 2008. Masing-masing kegiatan ditata dengan Rancangan

Acak Kelompok (*Randomized Complete Block Design*) yang disusun secara faktorial dengan 3 ulangan. Faktor I (varietas) terdiri atas 6 varietas yaitu: (1) Cimelati, (2) Pandan Wangi, (3) Ciherang, (4) Cisokan, (5) Widas dan (6) IR 64. Faktor II (jenis tanah) terdiri atas 2 tanah yaitu: (1) *Inseptisol* dan (2) *Vertisol*.

Tanah *Inseptisol* dan *Vertisol* berat kering mutlak masing-masing ditimbang seberat 11,2 kg dan 12,32 kg dimasukkan ke dalam ember. Tanah digenangi dengan ketinggian 5 cm dan dilumpurkan selama 2 minggu sebelum ditanami padi. Bibit padi berumur 15 hari setelah sebar (HSS) ditanam ke dalam ember masing-masing 4 bibit. Takaran pemberian pupuk pada tanah *Inseptisol* berturut-turut 222, 26 kg N/ha, 56,80 kg P₂O₅/ha dan 47,67 kg K₂O/ha. Pada tanah *Vertisol* hara N, P₂O₅ dan K₂O diberikan berturut-turut 136,38 kg/ha, 52,29 kg/ha dan 43,88 kg/ha. Sepertiga takaran hara N dan seluruh P dan K diberikan pada saat tanam, sisa pupuk N masing-masing sebanyak 50% diberikan pada stadia vegetatif aktif dan stadia pembentukan malai. Ketinggian genangan air 5 cm dipertahankan dengan menambah air setiap hari. Dua minggu sebelum panen media dikeringkan. Penyiangian dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh dan ditanam kembali dalam tanah. Pemberantasan hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan pestisida dan takarannya disesuaikan dengan kondisi tanaman serta jenis hama atau penyakit yang ada.

Peubah yang diamati pada umur 3 Minggu Setelah Tanam (MST) dan stadia keluar malai meliputi kehijauan daun (SPAD), berat kering partisi tanaman (akar, batang, daun) dan luas daun. Pengamatan pada saat panen meliputi berat kering partisi tanaman (akar, batang dan daun), hasil/rumpun, kandungan Fe dan Zn beras pecah kulit dan Indeks Efisiensi Hasil Biji (IEHB). Varietas efisien jika mempunyai nilai IEHB >1 IEHB dihitung dengan menggunakan pendekatan rumus Fageria (2001), sebagai berikut:

$$IEHB = \frac{HGHR_L / HRHR_L}{HGHR_T / HRHR_T} \text{ dimana:}$$

IEHB = Indeks Efisiensi Hasil Biji

HGHR_L = hasil varietas pada kondisi hara rendah

HRHR_L = hasil rata-rata varietas pada kondisi hara rendah

HGHR_T = hasil varietas pada kondisi hara tinggi

HRHR_T = hasil rata-rata varietas pada kondisi hara tinggi

Pengamatan Kehijauan daun diukur dengan menggunakan alat *chlorophyll meter* (SPAD-502 Minolta Camera Co. Ltd., Japan). Pengamatan dilakukan pada tanaman berumur 3 Minggu Setelah Tanam (MST) dan stadia keluar malai. Nilai rata-rata diambil dari pengukuran daun bagian bawah, tengah dan atas tanaman. Helaian daun terpilih dari masing-masing bagian tersebut diukur pada bagian bawah, tengah dan atas. Luas daun diukur dengan menggunakan *electronic leaf area meter* (Model Delta T., England) pada tanaman berumur 3 MST dan stadia keluar malai. Laju Pertumbuhan Nisbi (LPN) dihitung menggunakan persamaan:

$$LPN = \frac{LnW_2 - LnW_1}{T_2 - T_1}$$

dimana: LPN = laju pertumbuhan tanaman (g/cm²/hari), T₁ dan T₂ = waktu pengamatan ke 1 dan ke 2, W₁ dan W₂ = bobot kering tanaman (g) pada saat T₂ dan T₁.

Data dianalisis dengan sidik ragam menurut Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Analisis

dilanjutkan dengan uji F pada ketelitian 5%. Apabila uji F nyata dan tidak ada interaksi antara genotipe dengan perlakuan, analisis dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) antar aras tiap faktor secara terpisah dengan ketelitian 5%, bila terdapat interaksi analisis dilanjutkan dengan DMRT antar kombinasi perlakuan yang berinteraksi dengan tingkat ketelitian 5%.

Untuk melihat hubungan antar peubah dilakukan uji korelasi dan regresi. Peubah-peubah yang berkorelasi nyata digunakan sebagai dasar/acuan pemilihan varietas efisien dan berkadar hara Fe dan Zn tinggi. Selanjutnya hubungan langsung dan tidak langsung antara peubah teruji dengan hara Fe dan Zn dalam beras, diuji dengan analisis sidik lintas (Singh dan Chaudhary, 1979).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian kandungan Fe dan Zn beras pecah kulit pada tanah *Inseptisol* dan *Vertisol* taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 1. Terdapat interaksi yang nyata antar varietas dan tanah pada peubah Fe beras namun sebaliknya pada peubah Zn beras tidak terdapat interaksi nyata. Kandungan Fe beras varietas Widas tertinggi disusul varietas IR 64. Kandungan tersebut lebih tinggi pada tanah *Inseptisol* dibanding pada *Vertisol*. Sebaliknya dengan empat varietas lainnya. Fe beras pecah kulit berbeda tidak nyata antar jenis tanah.

Sementara untuk Zn beras tidak terdapat interaksi antar varietas padi dengan jenis tanah.

Tabel 1. Kandungan Fe dan Zn beras pecah kulit beberapa varietas padi pada dua jenis tanah, Rumah Kaca Fakultas Pertanian UGM-Yogyakarta MK 2008

	Fe beras pecah kulit (ppm)						
	Ciherang	Widas	IR 64	P. Wangi	Cisokan	Cimelati	Rerata
<i>Vertisol</i>	11,46 d	12,58 d	15,97 c	11,76 d	12,47 d	16,65 bc	13,48 A
<i>Inseptisol</i>	11,40 d	19,8 a	18,43 ab	11,03 d	11,00 d	10,84 d	13,75 A
	Zn beras pecah kulit (ppm)						
	Ciherang	Widas	IR 64	P. Wangi	Cisokan	Cimelati	Rerata
<i>Vertisol</i>	24,18	22,02	22,49	16,01	19,83	16,35	20,15 B
<i>Inseptisol</i>	24,55	24,43	23,21	23,49	21,12	19,64	22,74 A
Rerata	24,37 a	23,22 ab	22,85 ab	19,75 bc	20,48 bc	17,99 c	

Angka-angka dalam perlakuan dan kombinasi perlakuan pada peubah sama yang didampingi oleh huruf sama berbeda tidak nyata dalam DMRT 5 %. KK Fe dan Zn beras pecah kulit masing-masing 9,36% dan 12,76%.

Tabel 2. Hasil NPK eksisting dan tanpa NPK, persentase penurunan hasil dan IEHB beberapa varietas padi pada dua jenis tanah, Rumah Kaca Fakultas Pertanian UGM-Yogyakarta, MK 2008

	Ciherang	Widas	IR 64	P. Wangi	Cisokan	Cimelati	Rerata
	Hasil NPK Eksisting Petani (g/rumpun)						
<i>Vertisol</i>	107,00 bc	102,08 cd	101,19 cd	137,05 a	136,10 a	116,69 b	116,69 A
<i>Inseptisol</i>	63,80 f	81,65 e	65,28 f	79,66 e	80,47 e	92,65 d	77,25 B
Hasil 0 NPK (g/rumpun)							
<i>Vertisol</i>	74,13 b	69,83 b	61,43 c	92,15 a	71,89 b	72,83 b	73,71 A
<i>Inseptisol</i>	38,44 de	37,64 e	43,29 de	45,48 d	42,87 de	40,11 de	41,31 B
Penurunan hasil (%)							
<i>Vertisol</i>	30,41 f	53,87 a	39,32 cd	32,81 ef	47,19 b	37,55 de	36,49 B
<i>Inseptisol</i>	39,74 cd	31,62 f	33,60 ef	42,87 bc	46,68 b	56,72 a	45,58 A
Indeks Efisiensi Hasil Biji (IEHB)							
<i>Vertisol</i>	1,19 a	1,17 a	1,04 cd	1,15 ab	0,90 e	1,07 bc	1,09 A
<i>Inseptisol</i>	1,03 cd	0,79 f	1,14 ab	0,98 de	0,91 e	0,74 f	0,93 B

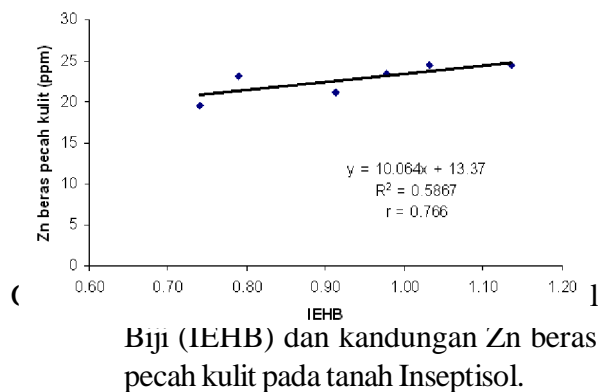
Angka-angka dalam kombinasi perlakuan pada peubah sama yang didampingi oleh huruf sama tidak berbeda nyata dalam DMRT 5%, KK hasil NPK eksisting petani, hasil 0 NPK, penurunan hasil dan IEHB masing-masing 5,948%, 6,784%, 6,607%, dan 4,598%.

Pada tanah *Inseptisol* memiliki serapan Zn lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding pada tanah *Vertisol*. Welch, House and Alloway (1974); Welch, 1986 dalam Rengel (1999) mengemukakan, mobilitas Zn di dalam tanaman sangat tergantung pada kecukupan ketersediaan Zn dari media pertumbuhan. Kecukupan Zn pada media pertumbuhan akan diserap dan diangkut keluar dari jaringan vegetatif ke dalam jaringan reproduktif dan biji dengan varietas potensial adalah Ciherang dan Widas. Kandungan Zn kedua

varietas ini lebih tinggi dan berbeda tidak nyata dengan IR 64. Namun Zn beras hasil penelitian ini masih rendah (< 34 ppm). Menurut Alloway (2004), terdapat interaksi positif dan interaksi negatif antara N dan Zn. Interaksi negatif terjadi jika penambahan hara N tidak disertai dengan penambahan hara Zn, sehingga terjadi penurunan Zn dalam jaringan vegetatif, jaringan reproduktif dan biji karena terjadi *dilution effect* akibat peningkatan pertumbuhan tanaman. Fokus penelitian selanjutnya adalah menambah

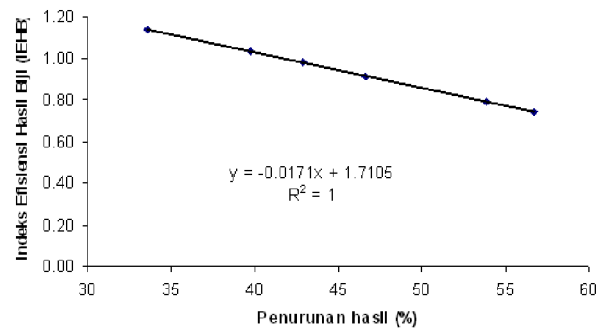
ketersediaan Zn pada tanah *Inceptisol* dan menurunkan ketersediaan N.

Hasil analisis variance peubah hasil padi pada teknologi pemupukan NPK dan tanpa NPK, persentase penurunan hasil dan IEHB pada taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 2. IEHB pada tanah *Vertisol* dan *Inseptisol* masing-masing >1 dan <1. Fageria (2001) mengemukakan, varietas efisien Zn mempunyai IEHB >1. Gambar 1 menunjukkan, dengan pemupukan NPK terdapat hubungan cukup erat antara IEHB dan Zn beras pecah kulit ($r = 0,766$). Dengan demikian pada tanah *Inseptisol* masih terdapat peluang intervensi teknologi pemupukan NPK. Tabel 2 menunjukkan, peningkatan IEHB tanah *Inseptisol* varietas IR 64 mempunyai IEHB tertinggi (1,14) disusul varietas Ciherang (1,03).



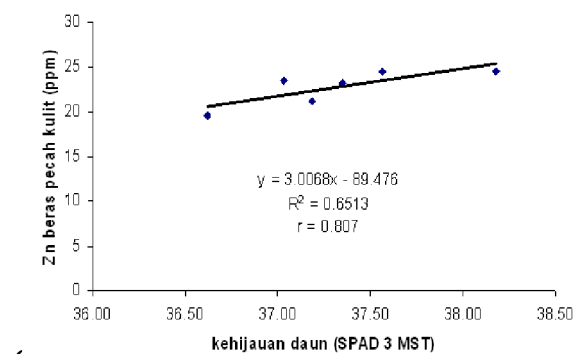
Gambar 2 menunjukkan, terdapat hubungan yang sangat erat antara IEHB dan persentase penurunan hasil ($r = 1$). Makin rendah penurunan hasil suatu varietas makin tinggi IEHB. Varietas Widas mempunyai persentase penurunan hasil nyata lebih rendah dari varietas IR 64 disusul varietas Ciherang, namun nyata lebih tinggi dari IR 64 (Tabel 2). Dengan demikian persentase penurunan hasil dapat dijadikan karakter penentu identifikasi varietas padi efisien Zn. Seleksi varietas padi efisien Zn pada teknologi NPK eksisting petani (222, 26 kg N/ha, 56,80 kg P₂O₅ /ha dan 47,67 kg K₂O/

ha) dapat dilakukan pada varietas dengan penurunan hasil < 41,49% tanpa NPK.



Gambar 2. Hubungan antara Indeks Efisiensi Hasil Biji (IEHB) dan persentase penurunan hasil pada tanah Inseptisol

Gambar 3 menunjukkan terdapat hubungan erat antara kehijauan daun 3 MST dengan Zn beras pecah kulit. Varietas-varietas mempunyai kehijauan daun tinggi mengandung Zn tinggi dalam beras. Dari Tabel 3 dapat dilihat, kehijauan daun varietas Ciherang, Widas dan IR 64 pada tanah *Inseptisol* lebih tinggi dari varietas lainnya.



Gambar 3. Hubungan antara kehijauan daun 3 MST dengan kandungan Zn beras pecah kulit pada tanah *Inseptisol*

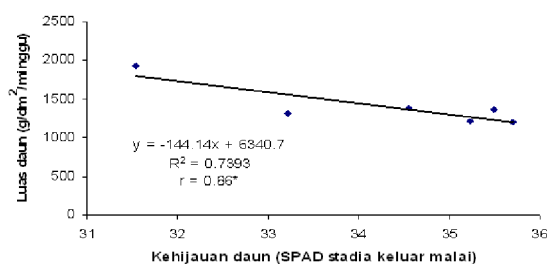
Pada stadia keluar malai, luas daun berkorelasi negatif nyata dengan kehijauan daun (Gambar 4). Varietas berdaun sempit mempunyai kehijauan daun yang tinggi. Varietas Ciherang berdaun sempit dan mempunyai kehijauan daun tertinggi (Tabel 3). Karakter tersebut berbeda tidak nyata dengan varietas IR 64.

Tabel 3. Kehijauan daun, luas daun dan laju pertumbuhan nisbi beberapa varietas padi pada dua jenis tanah, Rumah Kaca UGM-Yogyakarta MK 2008

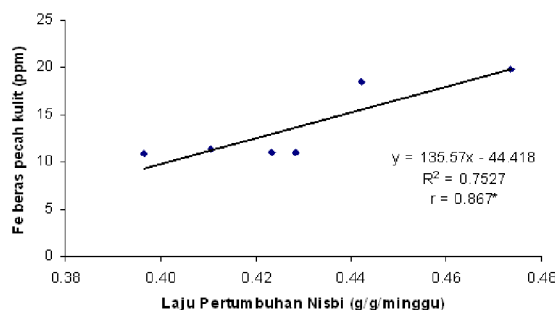
	Ciherang	Widas	IR 64	P. Wangi	Cisokan	Cimelati	Rerata
Kehijauan Daun (SPAD 3 MST)							
<i>Vertisol</i>	38.38	38.38	37.69	39.23	38.39	37.69	38.29 A
<i>Inseptisol</i>	38.17	37.35	37.56	37.03	37.18	36.62	37.32 B
Rerata	38.28	37.87	37.63	38.13	37.79	37.16	
Luas Daun Stadia Keluar Malai (g/dm ² /minggu)							
<i>Vertisol</i>	7213.07	6335.12	6835.97	9759.83	7720.47	9302.93	7861.23 A
<i>Inseptisol</i>	5461.07	4765.97	4845.20	7716.83	5505.90	5277.53	5595.42 B
Rerata	6337.07 bcd	5550.54 d	5840.58 cd	8738.33 a	6613.18 bc	7290.23 c	
Kehijauan Daun (SPAD Stadia Keluar Malai)							
<i>Vertisol</i>	43.84	41.65	42.31	39.5	40.64	41.26	41.53 A
<i>Inseptisol</i>	35.49	35.69	35.23	31.54	34.55	33.21	34.29 B
Rerata	39.67 a	38.67 ab	38.77 ab	35.52 c	37.60 b	37.24 bc	
Laju Pertumbuhan Nisbi (g/g/minggu)							
<i>Vertisol</i>	0.46	0.58	0.59	0.50	0.57	0.52	0.54 A
<i>Inseptisol</i>	0.40	0.47	0.43	0.42	0.42	0.40	0.42 B
Rerata	0.43 c	0.53 a	0.51 ab	0.46 bc	0.49 ab	0.46 c	

Angka-angka dalam perlakuan dan kombinasi perlakuan pada peubah sama yang didampinginya oleh huruf sama berbeda tidak nyata dalam DMRT 5%. KK kehijauan daun 3 MST, luas daun stadia keluar malai, kehijauan daun stadia keluar malai, dan laju pertumbuhan tanaman 2,68%, 11.50%, 4.16% dan 6.23%.

Varietas Widas selain mempunyai kandungan Zn beras tinggi (Tabel 1) juga mempunyai kandungan Fe beras tinggi. Karakter yang berkorelasi positif nyata dengan kandungan Fe dalam beras adalah laju pertumbuhan nisbi (Gambar 5). Tabel 3 menunjukkan, varietas Widas mempunyai laju pertumbuhan nisbi tertinggi. Tabel 4 dan 5 menyajikan hasil analisis jalin (*path analysis*) untuk mengetahui dukungan karakter tanaman yang diamati terhadap kandungan Zn dan Fe beras pecah kulit (Sings dan Chaudhary, 1979). Hasil analisis menunjukkan bahwa karakter kehijauan daun 3 MST dan IEHB mempunyai dukungan kuat dan bersifat langsung terhadap kandungan Zn beras pecah kulit. Hal ini disebabkan peran penting Zn sebagai konstituen dan atau dalam produksi klorofil/hijau daun (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Havlin *et al.*, 2005) dan dalam tanaman bersifat mobil, sehingga berpengaruh langsung terhadap peningkatan translokasinya ke beras. Sedangkan karakter yang mempunyai dukungan kuat dan bersifat langsung terhadap kandungan Fe beras pecah kulit adalah laju pertumbuhan nisbi.



Gambar 4. Hubungan antara luas daun dengan kehijauan daun stadia keluar malai pada tanah *Inseptisol*



Gambar 5. Hubungan antara laju pertumbuhan nisbi dengan kandungan Fe beras pecah kulit pada tanah *Inseptisol*.

Tabel 5 menunjukkan terdapat pengaruh tidak langsung yang cukup kuat dari kehijauan daun stadia keluar malai terhadap kandungan Fe beras melalui laju pertumbuhan nisbi. Hal ini disebabkan oleh peran unsur Fe antara lain dalam pembentukan ultrastruktur khloroplas (Gardner *et al.*, 1985; Salisbury, 1992; Epstein dan Bloom, 2005; Romheld dan Nicolic, 2007). Tery dan Abadia (1986) mengemukakan, sekitar 80% Fe dalam daun terdapat dalam khloroplas dan berperan dalam proses fotosintesis. Kehijauan daun yang tinggi meningkatkan fotosintesis, laju pertumbuhan dan translokasi Fe ke beras.

Luas daun merupakan karakter bersifat tidak langsung, tetapi sangat penting dalam mendukung tingginya kandungan Zn dan Fe dalam beras. Pengaruh tidak langsung tersebut melalui karakter kehijauan daun. Tanaman mempunyai kandungan Zn dan Fe beras tinggi apabila berdaun sempit,

sehingga kehijauan daun meningkat. Dengan demikian secara tidak langsung akan mendukung tingginya kandungan Zn dan Fe dalam beras.

SIMPULAN

Kandungan Fe beras pecah kulit varietas yang diuji sama pada tanah *Vertisol* dan *Inseptisol*. Sedangkan kandungan Zn beras varietas yang diuji nyata lebih tinggi pada tanah *Inseptisol* dengan nilai IEHB < 1. Karakter tanaman yang bersifat langsung dan mempunyai dukungan kuat terhadap kandungan Zn beras adalah kehijauan daun, IEHB dan persentase penurunan hasil. Sedangkan karakter yang bersifat langsung dan mempunyai dukungan kuat terhadap kandungan Fe beras adalah laju *pertumbuhan* nisbi. Dengan demikian seleksi varietas mengandung Zn beras tinggi efektif dilakukan melalui karakter ini.

Tabel 4. Pengaruh langsung dan tidak langsung (dalam diagonal) karakter tanaman terhadap kandungan Zn dalam beras. Rumah Kaca UGM-Yogyakarta MK 2008

Karakter Tanaman	Karakter tanaman					Koefisien korelasi dengan Zn beras
	LD KM	SPAD 3 MST	SPAD KM	LPN	IEHB	
LD KM	-1.3189	-0.4765	2.0404	-0.1913	0.0242	0.0780
SPAD 3 MST	0.3239	1.9402	-1.5680	-0.0027	0.1136	0.8070*
SPAD KM	1.1341	1.2820	-2.3730	0.2636	0.0272	0.3340
LPN	0.3273	-0.0067	-0.8117	0.7707	-0.0264	0.2532
IEHB	-0.1819	1.2559	-0.3676	-0.1160	0.1755	0.7660

LD KM = Luas Daun Stadia Keluar Malai, SPAD 3 MST = Kehijauan Daun Stadia 3 MST, SPAD KM = Kehijauan Daun Stadia Keluar Malai, LPN = Laju Pertumbuhan Nisbi, IEHB = Indeks Efisiensi Hasil Biji.
* = berbeda nyata dalam taraf 5%.

Tabel 5. Pengaruh langsung dan tidak langsung (dalam diagonal) karakter tanaman terhadap kandungan Fe dalam beras. Rumah Kaca UGM-Yogyakarta MK 2008

Karakter Tanaman	Karakter Tanaman					Koefisien korelasi dengan Fe beras
	LD KM	SPAD 3 MST	SPAD KM	LPN	IEHB	
LD KM	-2.2929	-0.3420	2.3516	-0.2996	0.0180	-0.5649
SPAD 3 MST	0.5631	1.3925	-1.8072	-0.0042	0.0845	0.2288
SPAD KM	1.9715	0.9202	-2.7349	0.4129	0.0202	0.5900
LPN	0.5691	-0.0048	-0.9355	1.2072	-0.0197	0.8163*
IEHB	-0.3162	0.9014	-0.4237	-0.1816	0.1306	0.1105

LD KM = Luas Daun Stadia Keluar Malai, SPAD 3 MST = Kehijauan Daun Stadia 3 MST, SPAD KM = Kehijauan Daun Stadia Keluar Malai, LPN = Laju Pertumbuhan Nisbi, IEHB = Indeks Efisiensi Hasil Biji.
* = berbeda nyata dalam taraf 5%.

Peningkatan Zn beras berpeluang besar dilaksanakan pada tanah *Inseptisol* dibandingkan pada tanah *Vertisol*. Ciherang terpilih mewakili varietas efisien untuk penelitian tahap II karena varietas ini mengandung Zn beras tinggi, berdaun sempit, kehijauan daun tinggi dan IEHB >1. Cimelati terpilih mewakili varietas tidak efisien. Varietas efisien alternatif adalah Widas karena selain mempunyai karakter sama dengan Ciherang, varietas ini mempunyai Fe beras dan hasil lebih tinggi dari varietas Ciherang. Seleksi varietas padi efisien pada teknologi NPK (222, 26 kg N/ha, 56,80 kg P₂O₅/ha dan 47,67 kg K₂O/ha) melalui IEHB dapat dilakukan pada varietas dengan penurunan hasil < 41,49% tanpa NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. *Principle of Plant Breeding*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Alloway, B.J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association (IZA). Belgia.
- Bloom, P.R., & W.P. Inskeep. 1988. *Factors affecting bicarbonate chemistry iron chlorosis in soil*. J. Plant Nutr. 9:215-228.
- Blum, A 1988. *Plant Breeding for Stress Environment*. CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida.
- De Datta, S.K., K.A. Gomez, R.W. Herdt, & R. Barker. 1987. *A Handbook on the Methodology for an Integrated Experiment-Survey on Rice Yield Constraints*. The International Rice Research Institute, Los Banos.
- Dey, M.M., & M. Hossain. 1995. *Yield potential and modern rice varieties: an assesment of technological constraints to increase rice production*. In Proceeding of the of the Final Workshop Projections and Policy Implications and Medium and Long-term Rice Supply and Demand Project. Beijing, China, 23-26 April 1995.
- Dobermann, A., & T. Fairhurst. 2000. *Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Potash and Phosphat Institute (PPI). Potash and Phosphat Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI). Los Banos
- Epstein, E., & A.J. Bloom. 2005. *Mineral Nutrition of Plant: Principle and Perspectives*. Sinauer Associates, Inc. Publisher, Sunderland, Massashusetts.
- Fageria, N.K. 2001. *Screening method of lowland rice genotypes for zinc uptake efficiency*. Sci.agric. 58(3).
- FAOSTAT. 2005. Food consumption. faostat.fao.org/site/342/default.aspx.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, & R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. Ames.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, & W.L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Pearson Prentice Hall. New Jersey
- Indrasari, S.D. 2006. *Kandungan mineral padi varietas unggul dan kaitannya dengan kesehatan*. Iptek Tanaman Pangan. 1(1):88-99. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Nor, K.M., & F.B. Cady. 1979. Methodology for identifying wide adaptability in crops. Agron J. 71:556-559.
- Romheld, V., and M. Nicolic. 2007. Iron. pp. 329-350. In A.V. Barker and D.J. Pilbeam (eds.) *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press. Boca Raton.
- Salisbury, F.B. 1992. *Plant Physiology*. Wadworth Publishing Company Belmont, California
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Pub. Ludhiana, New Delhi. New York.

- Terry, N., and J. Abadia. 1986. *Function of iron in chloroplasts*. J. Plant Nutr. 9:609-646.
- Welch, R.M. 1999. Importance of Seed Mineral Nutrient Reserves in Crop Growth. pp.205-206. In Z. Rengel (editor). Mineral Nutrition of Crops. Food Product Press. New York.
- Welch, R.M. 2007. *Micronutrients, Agriculture and Nutrition: Linkage for Improve Health and Well Being*. [http://www.css.cornell.edu/foodsystems/micros & agriman](http://www.css.cornell.edu/foodsystems/micros&agriman).