

1.

PERAN SENG (Zn) DALAM BUDIDAYA PERTANIAN SEBAGAI SUMBER PANGAN DAN DAMPAK DEFISIENSI SENG DALAM PERTANIAN GLOBAL

Prof. Dr. Ir. Didik Indradewa

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian-UGM

ABSTRACT

Soil containing low total zinc, low organic substances, low pH, high salt concentrate, sandy soil containing high calcium carbonic, turf soil, high phosphoric soil, deluged soil also high magnesium and bicarbonate soil are experiencing zinc deficiency. Zinc deficiency soil is able to produce zinc deficiency plant. It is indicated by the emergence of interveinal chlorosis, forming white necrosis that is able to change to bronzing chlorotic leaves, stunting and rosetting, small and abnormally shaped leaf. Zinc deficiency causes the obstruction of the plant growth and crop reduction up to 50%, the decrease of net photosynthesis from 50% to 70%, the inhibition enzyme in sucrose formation, the reduction of sucrose translocation from leaf to root, the decline of protein amount in plants and the lessen of zinc content in tissues which are consumed by cattle and human. The advance solution of zinc deficiency can be accomplished by escalating micro nutrient in food through biofortification, renovating soil and plants, removing the cause of zinc deficiency, applying zinc sulphate organic or anorganic, dousing rice seed in zinc solution 2%.

Keywords : zinc, plant, biofortification

A. PENDAHULUAN

Untuk melangsungkan metabolismenya, manusia membutuhkan paling tidak 49 macam nutrisi. Ketidakcukupan meskipun hanya satu macam nutrisi berakibat gangguan metabolisme, berlanjut pada kesehatan yang buruk dan pertumbuhan yang tidak normal. Lebih dari 3 milyar manusia saat ini mengalami defisiensi nutrisi mikro. Defisiensi nutrisi terutama defisiensi besi (Fe), seng (Seng) dan vitamin A merupakan penyebab hampir dua pertiga angka kematian pada anak-anak di dunia (Welch dan Graham, 2004). Secara keseluruhan defisiensi nutrisi mikro berakibat membengkaknya biaya sosial antara lain penurunan kemampuan belajar pada anak-anak, peningkatan abnormalitas dan kematian, penurunan produktivitas kerja dan peningkatan biaya kesehatan. Semuanya dapat berakibat pada penurunan potensi manusia, kesejahteraan dan perkembangan ekonomi nasional.

Sebelum krisis menerpa, 8,5 juta anak (37% dari 23 juta anak) Indonesia diketahui kurang berat badannya dan menderita kekurangan nutrisi mikro besi, seng dan vitamin A. Jumlah kematian anak per tahun akibat kekurangan gizi ini mencapai 147.000 jiwa dan separuh lebih di antaranya adalah balita. Yang bertahan diperkirakan mengalami penurunan kecerdasan hingga 10% dengan IQ akan menurun 10-15 poin. Jika IQ rata-rata anak normal adalah 110, kelak pada saat dewasa anak-anak kurang gizi ini paling tinggi hanya mempunyai IQ 95 (Hafsa, 2006).

Defisiensi seng dipercaya terjadi dalam persentase yang tinggi, tetapi perkiraan yang pasti tidak tersedia. Defisiensi seng menyebabkan kerdil pada kanak-kanak, penundaan kedewasaan perkembangan reproduktif dan organ reproduktif, pelemahan/kerusakan perkembangan dan fungsi otak, dan meningkatkan kepekaan terhadap berbagai penyakit patogenik (Grusak & Cakmak, 2005).

The Internasional Zink Nutrition Consultative Grup (IZiNCG) telah memperkirakan bahwa penduduk dunia berisiko mengalami defisiensi seng. Seng merupakan unsur esensial bagi tanaman, hewan dan manusia. Terdapat lebih dari 300 enzim yang terlibat dalam proses metabolisme kunci pada manusia, mengandung seng dan karenanya masukan seng yang cukup, penting untuk pertumbuhan dan reproduksi yang sehat dan normal (Alloway, 2007).

Banyak produk makanan berasal langsung dari tanaman, termasuk makanan pokok seperti padi, gandum, jagung dan sorgum. Selain itu manusia juga mengkonsumsi produk ternak, yang juga dipengaruhi oleh kandungan seng dalam tanah dan tanaman. Ternak ruminansia mengonsumsi tumbuhan dan ternak lain seperti babi dan unggas mengonsumsi sereal. Tanaman defisien seng umumnya memiliki konsentrasi seng yang rendah dalam jaringannya, sehingga selain penurunan hasil tanaman, defisiensi seng juga menurunkan kandungan nutrisi pada hasil tanaman.

Makanan berbasis sereal merupakan sumber utama nutrisi bagi kebanyakan penduduk dunia dan karenanya baik kandungan seng dalam biji sereal maupun ketersediaannya untuk manusia merupakan kepentingan yang mendasar. Bagi masyarakat pedesaan kualitas pangan pokok sangat penting bagi kesehatan, karena pada umumnya mereka mempunyai pola makan kurang beragam. Keberagaman pangan diperlukan agar konsentrasi seng yang rendah pada salah satu komponen makanan dapat disubstitusi oleh kandungan seng yang tinggi dari makanan lain, misalnya padi yang telah dipoles, mempunyai kandungan seng yang rendah, sehingga perlu disubstitusi misalnya dengan daging dan kacang-kacangan yang pada umumnya mengandung konsentrasi seng yang tinggi ($20\text{-}50 \text{ mg seng kg}^{-1}$ berat segar). Meskipun demikian, banyak penduduk negara berkembang tidak memiliki kemampuan untuk mengkonsumsi daging karena alasan ekonomi, atau juga karena kebiasaan sosial dan agamanya tidak

memungkinkan mereka untuk makan, sehingga kebutuhan seng dari makanan sering tidak tercukupi (Alloway, 2007).

Pada umumnya pembuat keputusan telah mengetahui tentang defisiensi nutrisi, termasuk defisiensi mineral seng sebagai penyakit yang harus diatasi. Banyak negara menanggulangi masalah defisiensi nutrisi mikro dengan pemberian suplemen. Walaupun program-program tersebut berhasil dalam jangka waktu pendek, namun sering tidak berlanjut akibat alasan-alasan ekonomi, politik dan logistik. Defisiensi seng di Indonesia juga dicoba diatasi dengan fortifikasi tepung terigu. Menurut ketentuan SNI tepung terigu harus mengandung seng 30 ppm (Hardinsyah dan Suroso, 2007). Konferensi nutrisi yang diadakan di Roma pada Desember 1992, menyoroti akan pentingnya suatu solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi defisiensi nutrisi mikro (Welch dan Graham, 2000). Pemecahan berkelanjutan tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan kandungan nutrisi mikro dalam pangan melalui fortifikasi biologis atau biofortifikasi.

Sumber utama semua nutrisi adalah produk pertanian. Apabila pertanian gagal menghasilkan produk yang cukup mengandung semua nutrisi sepanjang tahun, maka sistem pangan dapat dinyatakan gagal mendukung kehidupan yang sehat (Welch & Graham, 2004). Makalah ini mencoba menelaah peran seng dalam budidaya pertanian, dampak defisiensi seng terhadap penyediaan pangan dan usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

B. PERAN SENG

Kebutuhan biologis akan seng pertama kali diidentifikasi oleh Raulin pada tahun 1869 ketika ditemukan bahwa *Aspergillus niger* tidak mampu tumbuh tanpa seng. Bagaimanapun juga, esensinya belum ditetapkan sampai 1926 dan baru ditetapkan pada 1932 ketika defisiensi seng pertama kali teridentifikasi di lapangan pada kebun

apel di California dan jeruk di Australia Selatan. Sejak tahun 1932, seng telah ditemukan sebagai nutrisi mikro yang penting dalam produksi tanaman dan defisiensi unsur ini telah terbukti lebih meluas di seluruh dunia dibandingkan dengan nutrisi mikro lain.

Pentingnya seng bagi tanaman baru disadari secara ilmiah selama 70 tahun dan di beberapa bagian di dunia keberadaan defisiensi baru dikenali selama 20 atau 30 tahun. Penemuan yang relatif baru tentang meluasnya masalah defisiensi seng pada padi dan gandum dihubungkan dengan intensifikasi pertanian di banyak negara berkembang. Hal ini terjadi karena perubahan dari pertanian tradisional dengan genotipe tanaman yang adaptif secara lokal dan input nutrisi yang rendah, berganti dengan pertanian modern yang menumbuhkan varietas tanaman berdaya hasil tinggi dengan penggunaan pupuk dalam jumlah besar. Banyak dari varietas tanaman baru lebih peka terhadap defisiensi seng daripada tanaman tradisional (Alloway, 2007).

Seng merupakan unsur yang terdapat di semua jenis tanah, tanaman dan hewan. Seng diperlukan oleh tanaman, hewan dan manusia dalam jumlah sedikit tetapi mutlak harus ada. Seng merupakan hara mikro dengan kandungan normal misalnya di dalam daun padi berkisar antara 30 sampai 160 mg kg⁻¹ (Reuter & Robinson, 1997). Jika jumlahnya tidak mencukupi, tanaman dan hewan akan menderita cekaman fisiologis yang diakibatkan oleh tidak berfungsiya beberapa sistem enzim dan fungsi metabolismik lain dimana seng memainkan perannya (Alloway, 2007).

Pada tanaman, seng memegang peran kunci sebagai unsur penyusun struktur atau kofaktor pengatur banyak jenis enzim yang berbeda pada banyak jalur biokimia yang penting. Fungsi seng berhubungan dengan metabolisme karbohidrat, baik fotosintesis maupun pengubahan gula menjadi pati, metabolisme protein, metabolisme auksin, pembentukan polen, perawatan integritas

membran biologis, ketahanan terhadap infeksi oleh patogen tertentu (Cakmak & Engles, 1999; Alloway, 2007).

C. DEFISIENSI SENG

Defisiensi seng merupakan salah satu permasalahan defisiensi yang paling sering ditemui dan meluas dibandingkan unsur mikro yang lain. Kisaran konsentrasi seng total dalam tanah dilaporkan dalam literatur adalah sekitar $10\text{-}300 \text{ mg kg}^{-1}$ dengan rerata 50 mg kg^{-1} . Hasil pengamatan di daerah kering India menunjukkan kisaran kandungan seng 20 sampai 89 mg kg^{-1} tanah, dengan rata-rata 59 mg kg^{-1} , tanah sawah di Filipina dengan kisaran 63 sampai 135 mg kg^{-1} , di Sulawesi dan Sumatera antara 33 sampai 174 mg kg^{-1} .

Tanah defisien seng dapat diidentifikasi atau didiagnosis dengan melalui analisis tanah, atau analisis jaringan tanaman. Hasil yang diperoleh dari tanah dan/atau analisis jaringan tanaman dapat dibandingkan dengan nilai kritis seng pada tipe tanah lokal untuk jenis tanaman yang spesifik.

Tanah yang umumnya mengalami defisiensi seng adalah tanah dengan kandungan seng total rendah, tanah dengan kandungan bahan organik rendah, tanah dengan pH netral atau masam, tanah ber pH rendah dengan bahan induk yang telah mengalami pelapukan lanjut, tanah salin dengan konsentrasi garam tinggi, tanah kapur dengan kandungan kalsium karbonat tinggi, tanah gambut, tanah dengan status kandungan fosfor tinggi, tanah tergenang dan tanah dengan konsentrasi magnesium dan/atau bikarbonat tinggi.

Tanah dengan Kandungan seng rendah antara lain adalah tanah pasir dan gambut, dengan kandungan seng total rendah yaitu $10\text{-}30 \text{ mg kg}^{-1}$. Kandungan seng sebesar itu kemungkinan besar menyebabkan defisiensi seng pada tanaman.

Tanah kapur, biasanya dengan pH di atas 7,4 memiliki konsentrasi seng tersedia dalam jumlah rendah karena kelarutan seng menurun seiring dengan kenaikan pH. Kandungan seng total pada tanah berkapur pada umumnya mirip dengan kandungan pada tipe tanah lain, atau bahkan lebih tinggi, tetapi ketersediaannya sangat rendah. Salah satu faktor penyebabnya adalah penyerapan seng ke dalam CaCO_3 . Ini bisa disebut defisiensi sekunder atau kadang disebut defisiensi terinduksi.

Tanah dengan kandungan bahan organik rendah tidak mampu menahan banyak seng, sehingga cenderung mengalami defisiensi. Di USA lokasi yang paling sering mengalami masalah defisiensi seng pada tanaman adalah daerah yang mengalami perataan lahan. Lapisan tanah di bawah hasil perataan biasanya memiliki kandungan bahan organik lebih rendah daripada topsoil dan pada banyak kasus subsoil juga memiliki pH lebih tinggi.

Selain faktor tanah, faktor lingkungan lain juga berpengaruh terhadap munculnya gejala defisiensi. Defisiensi seng sering menjadi lebih parah selama awal musim tanam sehubungan dengan rendahnya suhu. Di Colorado, permasalahan defisiensi seng sering terjadi selama musim semi yang basah dan dingin dan hilang pada pertengahan Juli. Penjelasan untuk pengaruh suhu rendah ini adalah berhubungan dengan sistem perakaran yang berkembang kurang baik dan penurunan dekomposisi bahan organik oleh mikroba yang dapat melepaskan seng bagi tanaman baru.

Fosfor dapat mempengaruhi baik pengambilan seng melalui akar dan/atau translokasi seng di dalam tanaman. Kelebihan fosfor menekan fungsi metabolismik seng. Aras fosfor yang tinggi juga dapat menurunkan infeksi mikoriza vesicular arbuscular, sehingga menurunkan daerah penyerapan akar.

Nitrogen dapat mempengaruhi ketersediaan seng dengan dua cara berlawanan. Pertama, seng meningkatkan pembentukan protein yang menyebabkan seng di tahan di akar sebagai kompleks seng-protein. Kedua, pupuk nitrogen yang mengasamkan, misalnya ammonium nitrat dan ammonium sulfat dapat menyebabkan penurunan pH tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan seng.

Sebuah studi status nutrisi tanah di 30 negara dilakukan oleh *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)* antara tahun 1974 dan 1982 di bawah arahan Profesor M. Sillanpaa. Studi ini didanai oleh pemerintah Finlandia, difokuskan terutama kepada negara-negara berkembang yang mewakili daerah, tipe tanah dan tipe pertanian. Selain itu studi juga dilakukan terhadap enam negara maju di Eropa dan Oceania sebagai banding.

Tanah dengan satu atau lebih dari sifat yang menyebabkan defisiensi seng ditemukan di banyak tempat di dunia. Negara yang memiliki permasalahan defisiensi seng yang meluas antara lain adalah Afghanistan, Bangladesh, Brazil, Cina, India, Iran, Irak, Pakistan, Sudan, Syria, Turki, Australia, Filipina, banyak negara bagian di USA, beberapa bagian di Eropa dan juga hampir di semua negara (Alloway, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa di India defisiensi seng lebih sering ditemukan pada tanah di daerah kering dan agak kering daripada pada daerah basah dan agak basah. Di Andhra Pradesh, 74% lahan pertanaman padi, yang kebanyakan berupa Vertisol dan Alfisol, ditemukan mengalami defisiensi seng. Hasil penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa 70% dari daerah pertanian di Pakistan mengalami defisiensi seng. Sebanyak 500,000 ha padi irigasi di Filipina dilaporkan mengalami defisiensi seng. Defisiensi pada padi di tanah berkapur di Filipina dilaporkan memberikan hasil panen hanya $4,8 \text{ t ha}^{-1}$ sebagai akibat dari defisiensi seng (Alloway, 2007). Di daerah Utara Jawa Barat, 29% tanahnya dikategorikan miskin seng (Supardi, 1982 Cit. White &

Zasoski, 1999). Sebanyak 50% dari seluruh luasan lahan padi di dataran rendah cenderung kekurangan seng (Peng & Ismail, 2004).

D. GEJALA DEFISIENSI

Tanaman yang mengalami defisiensi hara menunjukkan gejala tertentu yang khas. Defisiensi seng mengakibatkan daun tua mengalami klorosis intervensa dan kemudian membentuk bintik nekrosis putih dan dapat berubah menjadi berwarna tembaga. Klorosis mungkin terjadi akibat kebutuhan akan seng untuk pembentukan klorofil. Bercak nekrotik pada daun terjadi di area klorosis pada luasan yang sempit, tetapi jika defisiensi tidak ditangani, bercak nekrotik dapat bertambah besar sesuai dengan usia tanaman. Defisiensi seng juga nampak dengan gejala penurunan pertumbuhan internodia sehingga tanaman berbentuk roset, daun kecil dengan tepi melipat. Daun roset terjadi ketika internode batang tanaman dikotil gagal memanjang secara normal, sehingga daun terbentuk berdekatan satu sama lain dalam satu kelompok, bukannya menyebar diantara nodus seperti pada tanaman sehat. Ini merupakan gejala yang sangat khas dari defisiensi seng pada tanaman dikotil. Gejala ini muncul mungkin sebagai akibat penurunan kemampuan tanaman menghasilkan auksin dalam jumlah cukup (Taiz & Zeiger, 1998). Sebagai konsekuensi penurunan produksi bahan kering, tanaman menjadi lebih kecil.

Dalam perbandingannya dengan nutrisi makro dan mikro lain, gejala daun yang defisien seng ditemukan baik pada daun tua maupun daun muda, sedangkan gejala defisiensi tembaga, besi, mangan, dan sulfur ditemukan hanya pada daun baru. Sebaliknya, gejala defisiensi nitrogen, fosfor, potassium, magnesium, dan molibdenum ditemukan hanya pada daun-daun tua (Alloway, 2007).

Setiap unsur mikro memiliki perbedaan distribusi di dalam tubuh tanaman. Selain itu terdapat perbedaan kemampuan remobilisasi dari organ tertentu atau jaringan untuk membentuk biji. Seng merupakan unsur mikro yang paling mobil dibandingkan dengan unsur mikro yang lain, dan mobilisasinya berkaitan erat dengan penuaan daun (Rengel *et al.*, 1999). Pada tanaman gandum, lebih dari 70% seng yang didistribusikan kembali (Grusak *et al.*, 1999).

E. AKIBAT DEFISIENSI

Bila terjadi defisiensi seng, satu atau lebih dari banyak fungsi fisiologis seng tidak berjalan secara normal, pertumbuhan tanaman terganggu dan hasil menurun. Defisiensi seng dapat menyebabkan penurunan fotosintesis bersih sebanyak 50%-70%, tergantung pada spesies tanaman dan tingkat defisiensi. Penurunan efisiensi fotosintesis ini antara lain berkaitan dengan penurunan aktivitas enzim karbonat anhidrase dan ribulose 1,5- biphosphate carboxylase (RuBPC). Defisiensi seng juga menghambat kerja enzim yang terlibat dalam pembentukan sukrosa, misalnya aldolase dan selanjutnya menurunkan translokasi sukrosa dari daun ke akar. Secara umum, jumlah protein dalam tanaman yang defisien seng juga mengalami penurunan yang besar, tetapi komposisinya hampir tidak berubah. Pada tanaman dan hewan, seng memainkan peran fisiologis yang kritis pada struktur dan fungsi biomembran. Seng juga memainkan peran yang penting dalam sintesis auksin, pembunganan dan produksi biji. Defisiensi seng pada hewan berakibat buruk pada konsumsi pakan dan pertambahan berat badan (MacDonald, 2000), spermatogenesis, perkembangan organ seks jantan sekunder dan penurunan fertilitas (Smith & Akinbamijo, 2000).

Pada kasus defisiensi marginal atau moderat, tanaman biasanya menunjukkan penurunan hasil cukup besar sekitar 40%, tetapi tanpa gejala yang terlihat nyata. Defisiensi semacam ini sering disebut

defisiensi tersembunyi, laten atau sub-klinik. Defisiensi dapat saja tidak terdeteksi pada suatu lahan pertanaman selama bertahun-tahun karena tidak terlihat adanya tanda-tanda stres yang nyata, kecuali dilakukan uji tanah atau uji tanaman. Defisiensi seng masih merupakan permasalahan utama pada gandum, sering mengurangi hasil sebanyak 50% seperti yang ditemukan di beberapa bagian di Turki. Jika jagung atau kacang ditanam pada lahan yang sama seperti gandum, mungkin akan terjadi penurunan hasil yang lebih besar.

Penurunan hasil sebanyak 40% atau lebih di banyak tanah defisien seng, memiliki dampak ekonomi bagi petani karena kurangnya pendapatan. Pada banyak tipe pertanian intensif yang melibatkan input yang mahal seperti benih, pupuk, bahan kimia pertanian dan kemungkinan air irigasi, kegagalan tanaman untuk merealisasikan potensi hasilnya merupakan suatu kerugian bagi pendapatan petani. Di negara berkembang, biaya untuk negara akibat penurunan produksi pangan yang signifikan juga perlu dipertimbangkan karena peningkatan impor beras akan sering diperlukan untuk menutup kekurangan produksi ini (Alloway, 2007).

Pada umumnya, kebutuhan seng untuk rumput pakan ternak lebih rendah daripada yang dibutuhkan oleh tanaman yang seng sensitif seperti jagung, kacang dan tanaman budi daya lain, sehingga rumput sangat jarang menunjukkan gejala defisiensi seng. Namun demikian, kandungan seng pada rumput yang rendah memungkinkan terjadinya defisiensi seng pada ternak.

F. CARA PENANGGULANGAN

Defisiensi seng dapat menurunkan hasil dan kualitas hasil tanaman. Paling tidak ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut. Cara yang pertama adalah dengan melakukan perbaikan tanah tempat tumbuh tanaman. Pendekatan

alternatif adalah dengan menyeleksi tanaman efisien seng dan mampu untuk mentolerir ketersediaan seng yang rendah di dalam tanah. Tanaman tersebut diharapkan tidak menurun hasilnya secara nyata dan masih mempunyai kandungan seng cukup tinggi di dalam produk yang dihasilkannya. Selanjutnya biji dan benih yang diperoleh dapat di tanam di daerah defisen seng tanpa penurunan hasil yang nyata.

Perbaikan Tanah

Tergantung penyebabnya, defisiensi seng dapat ditanggulangi dengan menghilangkan penyebabnya. Tanah defisien seng dapat diperbaiki dengan pemupukan baik menggunakan pupuk organik maupun pupuk anorganik. Semua pupuk organik termasuk di dalamnya pupuk kandang mengandung seng. Seng berasal dari pakan ternak asti misalnya rumput, rumput kering, sereal, dan lain-lain, tetapi sejumlah seng mungkin ditambahkan secara sengaja ke dalam pakan ternak. Di daerah dengan produksi ternak intensif, seng bersama dengan tembaga sering diberikan dalam pakan untuk hewan dengan maksud kesehatan dan pemacu pertumbuhan.

Di England dan Wales, Nicholson *et al.* memperkirakan bahwa setiap tahun, 2000 ton seng disebarluaskan ke dalam lahan pertanian terutama berupa pupuk kandang sapi. Dari semua areal pertanian di England dan Wales, pupuk kandang mensuplai 40% total input seng. Namun demikian, pada lokasi individual, sumber lain yang lebih kaya akan seng seperti limbah, dapat saja menambahkan jumlah seng lebih banyak (Alloway, 2007).

Bahan organik tanah mempengaruhi ketersediaan hara mikro dalam tanah. Kandungan bahan organik yang tinggi memungkinkan unsur mikro lebih tersedia bagi tanaman. Yang menjadi masalah, kandungan bahan organik di tanah yang diusahakan secara intensif tanpa disertai pemberian pupuk organik, menurun di bawah batas

toleransi. Hasil pengamatan kandungan bahan organik tanah di sentra produksi padi di Jawa Tengah menunjukkan nilai kandungan bahan organik di bawah batas kritis (Indradewa *et al.*, 2003).

Pemberian pupuk kandang menyebabkan kandungan seng di dalam daun meningkat lebih dari dua kali lipat dari 20 mg kg^{-1} menjadi 41 mg kg^{-1} (Huber dan Graham, 1999). Konsentrasi seng pada biji sereal mungkin dapat berlipat ganda dengan penambahan pupuk organik pada takaran 40 ton ha^{-1} atau lebih, namun tidak seimbang dengan takaran pupuk organik yang diberikan. Meskipun demikian pemberian pupuk organik yang banyak mungkin tidak praktis, memakan biaya besar dan mungkin dapat meningkatkan kandungan logam berat lain yang tidak diinginkan dalam biji (Rengel *et al.*, 1999).

Sekali teridentifikasi, tanah defisien seng dapat diperlakukan dengan mudah menggunakan pupuk seng untuk menyediakan suplai seng yang cukup bagi tanaman. Beberapa campuran seng digunakan sebagai pupuk, tetapi seng sulfate sejauh ini merupakan material yang paling banyak digunakan. Aplikasi seng sulfat pada tanah tampaknya cukup murah dan merupakan metode yang tidak hanya efektif untuk meningkatkan hasil, tetapi juga kandungan seng dalam biji (Rengel *et al.*, 1999).

Seng sulfate lebih sering disebarluaskan atau disemprotkan dalam bentuk larutan secara mendatar pada bedengan dan dicampurkan dalam *topsoil* saat pengolahan lahan sebelum penebaran benih. Satu aplikasi seng sulfat sebanyak sekitar $20\text{-}30 \text{ kg ha}^{-1}$ biasanya memiliki pengaruh memperbaiki status seng pada tanah yang akan tetap ada selama lima tahun, sebelum aplikasi lain diperlukan. Namun demikian, hal ini bervariasi antar tempat yang berbeda. Di tanah defisien dengan kandungan kalsium karbonat yang tinggi, aplikasi seng kemungkinan harus lebih banyak dan lebih sering.

Aplikasikan 0.5-1.5 kg Zn ha⁻¹ dengan cara disemprotkan melalui daun misalnya 0.5% larutan ZnSO₄ dalam 200 l air ha⁻¹, dapat untuk perlakuan darurat pada tanaman yang defisien seng. Dimulai ketika pembentukan anakan (25-30 hst), aplikasi tersebut dapat diulang lagi 2-3 kali dengan interval 10-14 hari bila diperlukan. Pengkhelat Zn (misalnya Zn-EDTA) dapat digunakan untuk aplikasi di daun, tetapi biayanya lebih mahal (Dobermann & Fairhurst, 2000).

Penempatan pupuk seng di bawah dan di salah satu sisi di samping benih pada saat tebar benih juga sering digunakan. Pada kasus ini, digunakan tingkat aplikasi lebih rendah karena dekatnya jalur pupuk dengan akar yang sedang berkembang. Seng sulfat, seng nitrat, atau bentuk chelat seng, disemprotkan pada daun pohon buah, atau tanaman semusim untuk mengurangi kehilangan hasil.

Beberapa macam pupuk makro dapat mengandung jumlah seng yang signifikan. Superfosfat merupakan pupuk yang telah ditemukan mengandung konsentrasi seng paling tinggi yaitu 600 mg kg⁻¹ seng, tetapi penggunaannya menurun sehubungan dengan penggantianya dengan campuran yang lebih murni seperti mono-ammonium phosphate (MAP) dan di-ammonium phosphate (DAP). Di Australia Selatan, selama tahun 1980an dan 1990an, penurunan penggunaan superfosfat dengan bahan ikutan seng yang cukup signifikan diidentifikasi sebagai penyebab meluasnya defisiensi seng pada tanaman dan padang rumput (Alloway, 2007).

Pemupukan pada skala global termasuk di Indonesia didominasi oleh kebutuhan untuk menyediakan pangan dengan menggunakan unsur hara makro nitrogen, fosfor dan kalium. Penggunaan pupuk N, P dan K serta aplikasi pengapuran dilaporkan menyebabkan meningkatnya defisiensi unsur mikro di negara berkembang, karena ketidakseimbangan hara tanah, meningkatnya kebutuhan unsur mikro akibat pertumbuhan tanaman yang pesat, merubah ketersediaan unsur mikro serta mempercepat habisnya hara mikro tersedia dalam tanah.

Hasil analisis tanah di sentra produksi padi di Jawa Tengah menunjukkan kandungan P sangat tinggi (Indradewa *et al.*, 2003), sehingga memungkinkan terjadinya defisiensi seng (White dan Zasoski, 1999).

Pemilihan Jenis dan Varietas Tanaman

Pendekatan ini adalah salah satu cara menyesuaikan tanaman dengan tanah, daripada memodifikasi tanah supaya sesuai untuk tanaman. Sangat banyak spesies tanaman yang terpengaruh oleh defisiensi seng. Tanaman pangan utama yaitu padi, gandum, jagung dan sorgum, ditambah tanaman buah, sayur, dan jenis tanaman lain termasuk teh, kopi dan kakao dan banyak macam sayuran, terpengaruh oleh defisiensi seng. Berdasarkan kerentanan terhadap defisiensi seng tanaman dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu tanaman yang sangat rentan, agak rentan dan kurang rentan. Termasuk tanaman yang sangat rentan adalah jagung, sorghum, padi, kacang, jeruk dan rami. Tanaman yang agak rentan antara lain barley, kentang, bit, selada, kedelai dan kapas, sedangkan yang kurang rentan antara lain wortel, gandum dan alfalfa. Gandum relatif toleran terhadap defisiensi seng, meskipun demikian tanah areal gandum memiliki kandungan seng tersedia sangat rendah dan menyebabkan meluasnya defisiensi seng pada tanaman ini. Berbeda dengan gandum, padi, jagung dan kacang sangat rentan terhadap defisiensi seng. Padi sangat rentan terhadap defisiensi seng dan tumbuh di tanah tergenang yang sangat mudah mengalami defisiensi seng, sehingga seng merupakan faktor nutrisi penting ketiga yang mempengaruhi hasil gabah setelah nitrogen dan fosfor (Alloway, 2007).

Meskipun demikian di antara semua spesies tanaman, terdapat varietas atau kultivar yang bervariasi kerentanannya terhadap defisiensi seng. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyaringan varietas tanaman, sehingga diperoleh varietas yang lebih toleran atau efisien

seng dan dapat ditanam pada tanah dengan status kandungan seng yang lebih rendah. Beberapa peneliti telah menunjukkan bahwa varietas gandum dapat menunjukkan kisaran yang luas terhadap efisiensi penggunaan seng. Kultivar efisien seng mampu untuk memproduksi bahan kering dan biji lebih banyak pada kondisi dengan suplai seng tersedia rendah daripada varietas tidak efisien. Terdapat kultivar padi dan gandum yang efisien seng yang tumbuh cukup luas pada tanah dengan status seng rendah. Perbedaan kemampuan antar kultivar padi untuk tetap tumbuh pada kondisi defisiensi seng telah diteliti.

Mekanisme ketahanan tanaman terhadap defisiensi seng dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu dengan penyerapan seng yang lebih banyak dari media yang defisien seng dan efisiensi fisiologis pemanfaatan seng yang lebih besar. Peningkatan penyerapan seng dicapai melalui peningkatan proporsi akar kecil berukuran kurang dari 2 mm, sehingga tanaman mempunyai akar total yang lebih panjang dan bidang serapan yang lebih luas. Peningkatan serapan seng juga dapat terjadi karena perubahan sifat kimia dan biologis daerah perakaran termasuk di dalamnya pelepasan senyawa pengkhelat seng fitosiderofor di tambah dengan peningkatan laju serapan seng. Pemanfaatan seng yang lebih efisien terjadi dengan peningkatan kompartimentasi seng dalam sel, jaringan dan organ. Selain itu peningkatan efisiensi juga dicapai dengan peningkatan aktivitas enzim karbonat anhidrase dan enzim antioksidasi misalnya superoksid dismutase (Rengel, 2000).

Walaupun terdapat variasi ketahanan terhadap defisiensi seng, tidak ada program pemuliaan yang telah dimulai untuk menjadikan nomor-nomor ini menjadi lini atau varietas unggul (Peng & Ismail, 2004). Varietas padi baru misalnya IR26 cenderung akan mengalami defisiensi bila ditanam di daerah defisien seng. Lini-lini baru sekarang mulai disaring untuk toleransi terhadap lingkungan rendah seng.

Beberapa kultivar yang dapat beradaptasi pada keadaan cekaman seng antara lain adalah IR8192-31 dan IR9764-45. Varietas toleran mungkin tidak tanggap terhadap pemberian seng ke dalam tanah dengan tingkat defisiensi ringan (Dobermann & Fairhurst, 2000).

Untuk keperluan menghasilkan produk pertanian dengan kandungan seng tinggi, pada dekade yang lalu beberapa lembaga penelitian internasional antara lain CGIAR, IRRI, CIMMYT, CIAT dan IITA telah mengumpulkan data tentang kandungan seng tinggi pada padi, gandum, jagung, kacangan dan ubikayu, untuk pemuliaan tanaman. Sejak 1995 para peneliti di IRRI telah melakukan evaluasi variabilitas genetik kandungan di dalam biji padi. Dari 939 genotip yang dievaluasi variasi kandungan Seng antara 13,5 - 58,4 ppm atau sekitar tiga sampai empak kali lipat, yang dapat digunakan untuk meningkatkan konsentrasi seng secara signifikan (Welch & Graham, 2004).

Beberapa penelitian pada tanaman padi juga telah dilakukan untuk mengetahui interaksi genetik dan lingkungan pada berbagai kondisi antara lain pada musim kemarau-penghujan, normal-salin, asam-neutra dan berbagai takaran nitrogen. Meskipun terdapat interaksi genetik dan lingkungan yang mengakibatkan penurunan kandungan seng dalam kondisi ekstrim, namun pada umumnya genotip dengan kandungan seng tinggi terekspresi pada semua lingkungan (Welch dan Graham, 2004).

Bekerjasama dengan International Food Policy Research Institute (IFPRI) dan IRRI, Balai Penelitian Tanaman Padi (Balitpa) Sukamandi dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen) telah mengidentifikasi plasma nutrisional padi yang kaya seng untuk dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam perakitan varietas unggul baru. Hasil penelitian menunjukkan, beberapa genotip padi mengandung seng tinggi antara lain IR71218-39-3-2 dengan kadar seng 37 ppm. Varietas unggul

Cimelati dan Barumun hasil rakitan Balitpa, masing-masing berkadar seng 23 dan 29 ppm. Sebagai pembanding, varietas IR 64 yang masih populer, hanya mengandung 21 ppm seng.

Hasil penelitian di Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA) perlu mendapat perhatian. Kandungan seng pada padi lokal bervariasi cukup besar antara 20 ppm pada varietas Unus Putih sampai 108 ppm pada varietas Siam Panangah. Untuk varietas unggul dan galur harapan, variasi kandungan seng tidak sangat besar antara 28 ppm pada GH 173 sampai 65 ppm pada varietas Martapura (Khairullah *et al.*, 2002). Kandungan seng sampai 108 ppm adalah sangat tinggi dibanding yang pernah diperoleh IRRI sebesar 58,4 ppm, maupun Balitpa sebesar 29 ppm. Kandungan mineral mikro yang tinggi tersebut mungkin dipengaruhi oleh kondisi tanah di rawa lebak dan pasang-surut, namun penemuan tersebut tetap menghasilkan informasi yang sangat penting bagi para pemulia, untuk merakit varietas baru yang dapat beradaptasi pada lingkungan yang lebih luas.

Data yang dikumpulkan oleh CIMMYT menunjukkan bahwa variasi kandungan seng pada biji jagung tidak sebesarereal yang lain. Hasil yang serupa juga diperoleh IITA (Welch & Graham, 2004). Hasil yang agak menggembirakan diperoleh Long *et al.*, (2004) di Afrika bagian Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara varietas jagung kaya seng terdapat perbedaan nyata bervariasi antara 21,9 sampai 29,8 ppm.

Peningkatan kandungan nutrisi mikro di dalam benih akibat pemuliaan maupun cara budidaya dapat meningkatkan vigor dan viabilitas, sehingga meningkatkan keragaan bibit saat ditanam di tanah dengan kandungan hara rendah (Welch & Graham, 2004). Peningkatan kandungan seng di dalam biji gandum dari 355 mg menjadi 1.465 mg per biji dapat meningkatkan hasil tanaman turunannya apabila di tanaman pada tanah defisien seng dan tidak dilakukan pemupukan seng (Welch, 1999).

G. PENUTUP

Defisiensi seng terjadi hampir di semua negara termasuk di Indonesia. Tanah yang umumnya mengalami defisiensi seng adalah tanah dengan kandungan seng total rendah misalnya tanah pasiran dan gambut, tanah dengan kandungan bahan organik rendah, tanah dengan status kandungan fosfor tinggi dan tanah sawah yang tergenang. Defisiensi seng mengakibatkan penurunan hasil tanaman sampai 50% dan mengurangi kandungan seng di dalam jaringan yang dikonsumsi baik oleh ternak maupun manusia. Konsumsi pangan dengan kandungan seng rendah mengakibatkan hambatan pertumbuhan dan perkembangan organ reproduktif, kerusakan fungsi otak dan peningkatan kepekaan terhadap berbagai penyakit. Pemecahan berkelanjutan defisiensi seng dapat dilakukan dengan meningkatkan kandungan nutrisi mikro dalam pangan melalui biofortifikasi. Cara yang dapat ditempuh adalah dengan melakukan perbaikan tanah tempat tumbuh tanaman dan membudidayakan tanaman efisien seng. Kerjasama pakar dari berbagai bidang ilmu diperlukan untuk mengatasi masalah defisiensi seng.

H. PUSTAKA

Alloway, B. J. 2007. *Zinc in Soils and Crop Nutrition*.

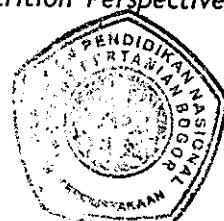
<http://zinc-crops.org/Crops/Alloway.PDF/ALLOWAY-all.pdf>.

Diakses 1 Januari 2007.

Cakmak, I and E. Engles. 1999. *Role of Mineral Nutrient in Photosynthesis and Yield Formation*. In *Mineral Nutrition of Crops Fundamentals Mechanism and Implication*. Rengel, Z. (ed). Food Production Press. New York. Pp. 205 - 223

- Grusak, M. A., J. N. Pearson and E. Marentes. 1999. *The Physiology of Micronutrient Homeostasis in Field Crops*. *Field Crop Research*. 60:41-56.
- Hafsah, J. 2006. Pertanian dan Pangan. Dalam Revitalisasi Pertanian dan Dialog Peradaban. Penerbit Buku Kompas. Jakarta. Hal. 71-86.
- Hardinsyah dan Suroso. 2007. *Micronutrient Programs in Indonesia*. <http://www.inffoundation.org/pdf/Indonesia.pdf>. Diakses 30 April 2007.
- Huber, D. M. And R. D. Graham. 1999. *The Role of Nutrition in Crop Resistance and Tolerance to Disease*. In. *Fundamentals Mechanism and Implication*. Rengel, Z. (ed). Food Production Press. New York. Pp. 169 - 204.
- Indradewa, D., Tohari, B. H. Sunarminto, D. Kastono (Tim Peneliti Fakultas Pertanian). 2003. Kajian Teknologi Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan di Daerah Sentra Produksi. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. 84 hal.
- Khairullah, I., Mawardi, S. Sulaiman dan M. Sarwani. 2002. Inventarisasi dan Karakterisasi Plasma Nutfah Tanaman Pangan di Lahan Rawa. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2002 Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru. Hal. 26-31.
- Long, J. K., M. Banziger and M. E. Smith. 2004. *Diallel Analysis of Grain Iron and Zinc Density in Southern African-Adapted Maize Inbreds*. *Crop. Sci.* 44:2019-2026.
- MacDonald, R. 2000. *The Role of Zinc in Growth and Cell Proliferation*. *J. Nutrition*. 130(1) : 1500-1508.
- Minerals to Humans and Livestock. In *Plant Nutritional Genomics*. Broadley, M. R. and P. J. White (eds.). Blackwell Publ. Ltd. Oxford. Pp. 265-286.

- Peng, S. and A. M. Ismail. 2004. *Physiological Basis of Yield and Environmental Adaption in Rice*. In *Physiology and Biotechnology Integration for Plant Breeding*. Nguyen, H.T. and A. Blum (eds.) Marcel Dekker, Inc. New York. Pp. 83-140.
- Rengel, Z. 1999. *Physiological Mechanisms Underlying Differential Nutrient Efficiency of Crop Genotypes*. In *Mineral Nutrition of Crops Fundamentals Mechanism and Implication*. Rengel, Z. (ed). Food Production Press. New York. Pp. 227 - 265.
- Rengel, Z. 2000. *Physiological Mechanisms Underlying Differential Nutrient Efficiency of Crop Genotypes*. In *Mineral Nutrition of Crops Fundamentals Mechanism and Implication*. Rengel, Z. (ed). Food Production Press. New York. Pp. 227 - 265.
- Rengel, Z., G.D. Batten and D.E. Crowley. 1999. *Agronomic Approach for Improving the Micronutrient Density in Edible Portions of Field Crops*. *Field Crop Research*. 60:27-40.
- Reuter, D. J. and J. B. Robinson. 1997. *Plant Analysis an Interpretation Manual*. CSIRO Publishing. Collingwood. Pp. 184-192.
- Smith, O. B. and O. O. Akinbamijo. 2000. *Micronutrients and Reproduction in farm Animals*. *Animal Reproduction Sience*. 60-61: 549-560.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology*, 2nd edition. Sinauer Associates, Inc. Publ. Massachusetts. Pp. 110-111.
- Welch, R. M. and R. D. Graham. 2000. *A New Paradigm for World Agriculture : Productive, Sustainable, Nutritious, Healthful Food Systems*. *Food and Nutrition Bull.* 21(4):361-366
- Welch, R. M. and R. D. Graham. 2004. *Breeding for Micronutrients in Staple Food Crops from a Human Nutrition Perspective*. *J. Exp. Bot.* 55(396):353-364.



Penanggulangan Masalah Defisiensi Seng (Zn): *From Farm to Table*

- Welch, R.M. 1999. *Importance of Seed Mineral Nutrient Reserves in Crop Growth and Development.* In. *Fundamentals Mechanism and Implication.* Rengel, Z. (ed). Food Production Press. New York. Pp 141-160.
- White, J. G. and R. J. Zasoski. 1999. *Mapping of Soil Micronutrients.* *Field Crop Research* 60:11-26.