

Efisiensi Penggunaan Pupuk Kalium Pada Kedelai di Lahan Sawah

T. Adisarwanto¹⁾

ABSTRAK

Di lahan sawah, program intensifikasi tanaman padi telah berlangsung selama lebih dari 25 tahun dan akhir-akhir ini telah dilaporkan tentang kemunduran tingkat kesuburan tanah sawah yang cukup parah (kadar C-organik tanah, kadar NPKS yang rendah). Oleh karena kedelai di lahan sawah ditanam mengikuti pola tanam setelah padi, maka secara langsung maupun tidak langsung kondisi lahan sawah tersebut berpengaruh terhadap penampilan tanaman kedelai. Gejala kahat kalium sudah diidentifikasi sejak awal tahun 1980 pada lahan sawah Vertisol. Akhir-akhir ini gejala tersebut terlihat juga pada jenis tanah Entisol dan Alfisol.

Penggunaan pupuk kalium untuk kalangan petani tidak sepopuler dibanding unsur hara Nitrogen sehingga aplikasi pupuk Kalium oleh petani masih minim. Disisi lain anjuran teknologi produksi kedelai khususnya aplikasi pupuk masih bersifat umum.

Ada dua aspek yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pupuk kalium tersebut yaitu : pada aspek tanaman itu sendiri dan aspek tanah. Pada aspek tanaman diupayakan dengan pendekatan membuat varietas kedelai unggul baru yang efisien dalam menggunakan unsur hara. Untuk aspek tanah, salah satu melalui metode aplikasi dengan cara pupuk Kalium disebar pada permukaan lahan sebelum tanam. Takaran pupuk kalium anjuran berkisar antara 50–150 kg KCl/ha, tergantung tingkat kekahatan kalium. Pada kondisi tertentu aplikasi pupuk Kalium perlu dikombinasi dengan waktu irigasi dan penggunaan pupuk sulfur dan pupuk kandang (20 t/ha) dan pembakaran jerami karena dapat menambah ketersediaan hara kalium.

Kata kunci: lahan sawah, kedelai (*Glycine max*), pupuk kalium.

ABSTRACT

In the lowland, rice intensification had been carried out for more than 25 years. The soil fertility in these lowland were reported to have decreased, C-organic content and NPKS nutrient were very low.

The condition of this lowland directly and indirectly influences the soybean crop planted after rice. Potassium deficiency symptom (leaf chlorosis) was identified since 1980 in Vertisols, and now it was observed in Entisol and Alfisol. Potassium fertilizer is not as well known as Nitrogen fertilizer, thus its application was limited. There are two way in increasing potassium fertilizer efficiency. First through the crop by developing new varieties that uses nutrient more efficiently. The second way is through soil condition by application method of potassium fertilizer. One method is by scattering potassium fertilizer before planting. The recommended dose of potassium fertilizer is 50–150 kg KCl/ha depending on the condition of the soil. On certain potassium fertilizer application need to be combined with time of irrigation, sulfur fertilizer, manure, and burning of rice stubble.

Keyword: lowland, soybean (*Glycine max*), Potassium fertilizer.

PENDAHULUAN

Intensifikasi padi sawah sudah berlangsung lebih dari 25 tahun. Dalam kurun waktu tersebut berbagai macam dan jenis pupuk telah dimasukkan ke dalam tanah dengan takaran yang terus meningkat, walaupun peningkatan produktivitas yang dicapai tidak begitu besar dan cenderung stagnan. Kemudian timbul pertanyaan apakah selama ini telah terjadi proses keseimbangan antara kemampuan tanah untuk menyediakan, kemampuan tanaman dalam menyerap, serta banyaknya hara yang ditambahkan? Tentunya masih tanda tanya besar. Fagi (1999) telah melaporkan tentang terjadinya kemunduran tingkat kesuburan lahan sawah yang cukup parah. Hal ini merupakan informasi bahwa proses pengaturan hara dari lahan sawah selama ini ternyata jauh lebih besar dibanding dengan unsur hara yang ditambahkan, atau penambahan yang dilakukan belum tepat sasaran.

¹⁾ Peneliti Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Kotak Pos 66 Malang 65101, Telp. (0341) 801468, e-mail:blitkabi@telkom.net

Areal pertanaman kedelai pada lahan sawah mencapai sekitar 60% dengan berbagai pola tanam sesuai dengan ketersediaan air irigasi (Saleh *et al.* 2000). Untuk lahan sawah teknis, pola tanam yang diterapkan adalah padi-padi-kedelai; untuk sawah setengah teknis: padi-kedelai-kedelai; sedangkan untuk sawah tadah hujan: padi-kedelai atau kedelai-padi. Dalam sistem pola pergiliran tanaman tersebut, secara langsung maupun tidak langsung berbagai pemupukan yang telah diberikan untuk tanaman padi akan berpengaruh terhadap tanaman kedelai yang tumbuh setelah padi pada lahan sawah yang sama.

Gejala kekahatan suatu unsur hara di daerah Ngawi, Ponorogo mulai tampak pada awal tahun 1980 yang ditandai dengan munculnya gejala klorosis daun pada tanaman kedelai yang merupakan indikasi kahat kalium (Suwono *et al.* 1987). Takaran pupuk kalium yang digunakan untuk mengoreksi kekahatan sampai saat ini berkisar 50–100 kg KCl/ha, namun respon yang ditunjukkan oleh tanaman kedelai di lapang belum konsisten dan untuk itu perlu pendekatan penelitian yang lebih dasar, sistematis dan mendalam.

Pada kurun waktu 1990–2000 indikasi kekahatan unsur hara juga mulai menyebar walaupun masih setempat pada sentra pertanaman kedelai jenis tanah Entisol di daerah Jateng, Jatim, dan Bali. Daerah tersebut menunjukkan kadar C-organik tanah, unsur N, K dan S pada katagori rendah sampai sangat rendah (Adisarwanto dan Riwanodja, 2001). Hanya saja gejala klorosis pada daun kedelai lebih sering terjadi di Vertisol, tetapi jarang terjadi di tanah Entisol. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan mekanisme yang terjadi pada tanaman kedelai dalam mengakuisisi dan mengelola unsur hara kalium di antara kedua jenis tanah tersebut.

Paket teknologi hasil penelitian budidaya kedelai di berbagai jenis tanah dan pola tanam mampu mencapai produktivitas 2,0–2,5 t/ha (Manwan *et al.* 1990; Adisarwanto *et al.* 2000). Akan tetapi tingkat adopsi paket teknologi budidaya kedelai intensif tersebut berjalan sangat lambat sehingga senjang hasil di tingkat petani dibanding di tingkat penelitian masih lebar.

Saat ini, anjuran takaran pupuk secara umum berkisar antara 50–100 kg Urea + 75–100 kg SP36 + 50–100 kg KCl/ha (Adisarwanto *et al.* 2000). Bahkan untuk lahan sawah hidromorf kelabu di

daerah Pantura Jawa Barat, pemupukan P disarankan hingga 150 kg TSP/ha serta masih ditambah 5 t/ha pupuk kandang (Hidayat *et al.* 1991). Apakah setiap musim tanam di berbagai jenis tanah untuk tanaman kedelai masih diperlukan tambahan pupuk atau tidak, merupakan pertanyaan yang belum seluruhnya dapat dijawab.

Untuk itu upaya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk untuk pertanaman kedelai menjadi masalah utama dan mendesak yang harus dipecahkan. Apalagi aspek efisiensi ini sebenarnya telah lama diisyaratkan oleh Manwan *et al.* (1990) untuk ditangani karena anjuran pemupukan yang efisien untuk kedelai pada berbagai sistem pola tanam dan jenis tanah masih belum tersedia.

PERAN KALIUM DALAM TANAMAN

Kalium (K) merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Tanaman tidak dapat mencapai hasil maksimal apabila unsur kalium tidak optimal. Menurut Wallingford (1980) ada 6 peran utama kalium di dalam tanaman yaitu:

1. Pengaktif enzim: telah diidentifikasi ada 60 enzim yang membutuhkan ion kalium untuk aktivitasnya. Di sisi lain enzim tersebut mempunyai peran penting dalam proses fisiologi tanaman.
2. Keterkaitan dengan air: membuka dan menutupnya stomata pada daun sangat terkait dengan ketersediaan air dan ion kalium, karena K berperan pula dalam proses regulasi osmotik. Kurang berfungsinya stomata karena kekurangan K menyebabkan tingkat fotosintesa menurun dan kurang efisiennya penggunaan air.
3. Keterkaitan dengan energi: Tanaman membutuhkan K untuk memproduksi ATP yang dibentuk dalam proses fotosintesa dan respirasi. Jumlah CO_2 yang digunakan dalam proses asimilasi gula dalam fotosintesa akan menurun apabila kurang tersedia ion K.
4. Translokasi assimilate: Dalam proses asimilasi, CO_2 diubah menjadi gula selama fotosintesa, gula tersebut harus diangkut ke organ tanaman yang lain untuk tumbuh atau disimpan. Dalam sistem transportasi tanaman akan menggunakan energi dari ATP yang memerlukan juga ion K.

5. Serapan Nitrogen dan sintesa protein: Kalium diperlukan untuk serapan Nitrogen dan sintesa protein. Serapan N total umumnya akan rendah dan sintesa protein akan menurun apabila K dalam tanaman mengalami kekurangan.
6. Sintesa tepung: sintesa tepung adalah kunci dari pengontrolan tingkat keterkaitan glukose ke dalam rantai molekul tepung (*starch*). Kalium dibutuhkan sebagai aktivator sintesa tepung tersebut.

KETERSEDIAAN DAN SERAPAN UNSUR HARA KALIUM

Unsur hara kalium di kalangan petani memang tidak sepopuler Nitrogen sehingga tidak mengherankan apabila penggunaan pupuk kalium di lahan-lahan petani masih jauh di bawah takaran optimal, bahkan tidak diaplikasikan. Peran ion kalium dalam tanaman sebenarnya sangat penting karena berpengaruh terhadap proses metabolisme, fisiologi dan nutrisi serta dibutuhkan dalam jumlah yang banyak untuk mencapai tingkat produksi yang tinggi. Oleh karena itu pengertian berbagai faktor yang berpengaruh terhadap ketersediaan dan serapan kalium menjadi sangat penting untuk diketahui. Ketersediaan unsur kalium bagi tanaman dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu: (1) tidak tersedia, (2) segera tersedia, dan (3) lambat tersedia. Di dalam tanah sebagian besar (90–98%) ion K diikat menjadi tidak tersedia, 2–10% tersedia lambat, dan hanya 1–2% dalam bentuk tersedia (Munson, 1980).

Kondisi kesuburan dan jenis tanah, iklim, serta cara budidaya tanaman merupakan faktor yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi ketersediaan dan tingkat serapan hara kalium oleh tanaman kedelai. Faktor tanah yang berpengaruh adalah jumlah, perbandingan dan tipe liat, kadar C-organik tanah, kelembaban tanah atau sistem drainasi, serta pH tanah.

Unsur iklim yang paling penting adalah jumlah dan distribusi curah hujan selama semusim. Unsur hara K akan banyak hilang tercuci akibat curahan air hujan yang tinggi. Apabila kelembaban tanah yang tinggi diikuti suhu udara yang tinggi, akan meningkatkan proses pelapukan serta penurunan ketersediaan hara K, Ca dan Mg. Kelembaban tanah dan suhu optimal amat

dibutuhkan untuk melepaskan kalium dari jerapan mineral tanah agar dapat menambah ketersediaan hara K untuk diserap oleh tanaman.

Cara budidaya tanaman pada waktu tanam yang tepat dan populasi tanaman optimum sangat membantu ketersediaan hara K, apalagi bila dibarengi penambahan unsur lain misalnya hara Sulfur (Munson 1980). Pola tanam intensif, yaitu tiga kali panen selama setahun, dapat memperbesar jumlah hara kalium yang terangkut lewat brangkasan tanaman yang dipanen sehingga memperkecil ketersediaan hara K.

EFISIENSI PUPUK KALIUM

Efisiensi pemupukan secara sederhana diartikan sebagai banyaknya kenaikan hasil per unit yang diperoleh akibat adanya tambahan pupuk yang dilakukan. Beberapa faktor yang dapat meningkatkan efisiensi pupuk kalium antara lain cara, waktu aplikasi, dan jenis pupuk kalium. Di tanah Vertisol, penggunaan pupuk kalium mempunyai dua tujuan utama yaitu menekan timbulnya gejala klorosis daun sebagai akibat kekurangan unsur hara kalium dan menekan penurunan hasil biji. Metode penempatan pupuk kalium dengan cara disebar merata pada permukaan tanah dianjurkan karena diperoleh hasil biji tertinggi walaupun sama baiknya dibanding apabila pupuk K diberikan pada lubang tanam maupun larikan sejauh 10 cm dari lubang tanam (Adisarwanto dan Sumarno 1991; Kuntastyuti dan Adisarwanto 1996).

Di tanah sawah Vertisol, proses pengikatan kation K dalam kisi-kisi mineral monmorilonit dipercepat oleh kondisi kekeringan sehingga ketersediaannya menjadi menurun. Sebaliknya apabila kelembaban tanah tinggi, maka tanah Vertisol akan mengembang sehingga menambah kemampuan untuk melepas unsur K. Berdasar fenomena tersebut, tidak mengherankan apabila intensitas gejala klorosis pada tanaman kedelai lebih sering dijumpai pada musim kemarau dibanding musim hujan (Adisarwanto dan Kuntastyuti 2000).

Tanggap tanaman kedelai akibat pemberian pupuk kalium tidak selalu konsisten karena sifat dan unsur kalium yang mobil. Peningkatan takaran sampai 200 kg KCl/ha masih belum mampu meningkatkan hasil biji kedelai (Hardaningsih, 1995). Ada kemungkinan seluruh

Tabel 1. Kadar K dalam tanah dan tanaman kedelai di Ngale, MH 1991/92 dan MK 1992.

Perlakuan	K-dd dalam tanah (me/100 g tanah)		K dalam tanaman (% K)	
	MH 1991/92	MK 92	MH 1991/92	MK 92
1. Kontrol	0,64	0,28	2,14	0,77
2. 50 kg KCl/ha	0,54	0,19	2,66	1,01
3. 125 kg KCl/ha	0,54	0,30	3,03	0,98
4. 250 kg KCl/ha	1,08	0,26	2,65	0,95
Rata-rata	0,70	0,26	2,62	0,93

Sumber: Adisarwanto(1993).

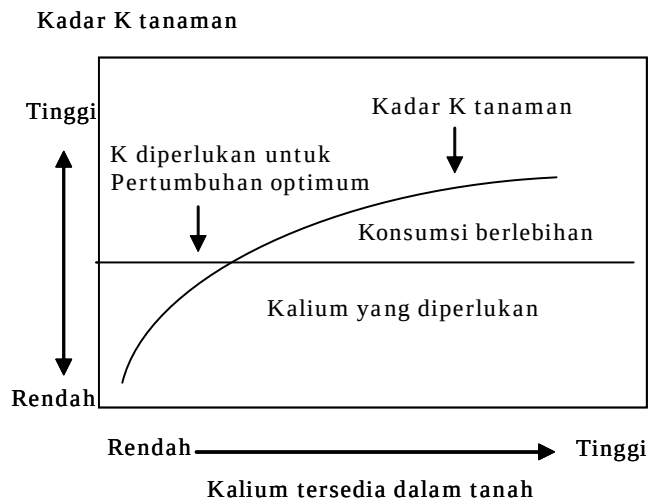
pupuk tersebut terikat dan tercuci, atau ada konsumsi berlebihan sehingga pengaruhnya tidak terlihat. Di sisi lain di tanah Vertisol pada takaran yang sama dapat menaikkan hasil kedelai (Suyamto, 1997). Adisarwanto (1993) menemukan indikasi bahwa kadar kalium tanah maupun tanaman pada musim hujan selalu lebih tinggi dibanding musim kemarau. Hal ini memberi petunjuk bahwa efisiensi serapan unsur hara kalium sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Pergerakan ion K menuju ke akar tanaman terjadi dengan cara aliran massa dan difusi, sehingga semakin tanahnya basah makin banyak ion kalium yang diserap oleh tanaman (Tabel 1).

Hubungan Antara Kadar Kalium dalam Tanah dan Tanaman dengan Hasil Biji Kedelai

Status hara K di dalam tanah menentukan keragaan tanaman untuk memperoleh hasil biji yang tinggi. Di tanah Vertisol dan Entisol, kadar K dalam jaringan tanaman umumnya rendah (Adisarwanto dan Riwanodja 2001). Ada korelasi positif tingginya kadar unsur K dalam tanah dan tanaman pada fase berbunga dengan hasil biji. Kadar K dalam daun paralel dengan pemupukan K juga dilaporkan oleh Jeffers *et al.* (1982), Rosolen dan Nakagawa (1985) serta Kuntastuti dan Adisarwanto (1996). Sementara itu Peaslee *et al.* (1985) melaporkan bahwa konsentrasi K dalam daun kedelai berkorelasi positif dengan kadar K dalam tanah. Dengan kata lain serapan K oleh kedelai akan meningkat sejajar dengan peningkatan kadar K dalam tanah. Hasil penelitian Suwono (1993) menunjukkan bahwa apabila kadar K dalam tanaman saat panen

sebesar 0,82–1,06% termasuk kategori kahat, dan pada kadar 1,75% tanaman kedelai menunjukkan pertumbuhan yang normal.

Tanaman memerlukan jumlah kalium tertentu untuk mendukung pertumbuhan optimalnya. Apabila penambahan pupuk dilakukan secara berlebihan dan ketersediaan kalium makin tinggi, maka jumlah serapan hara kalium oleh tanaman menjadi berlebihan atau konsumsi melebihi keperluan optimal untuk pertumbuhannya (Supandi 1974). Hal ini berarti terjadi pemborosan, supaya efisien diupayakan agar jumlah yang diberikan sesuai dengan kalium yang diperlukan oleh tanaman.

**Gambar 1. Kalium dalam tanah dan tanaman**

Pengaruh Residu dan Pemberian Langsung Pupuk Kalium pada Kedelai

Dengan pola tanam padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-kedelai serta padi-kedelai, maka secara langsung maupun tidak langsung, tanaman kedelai dipengaruhi oleh pemberian pupuk yang diberikan pada tanaman padi. Dalam dinamika dan pengelolaan unsur hara N pada pola tanam padi-kedelai Buresh dan De Datta (1991) menjelaskan bahwa pemberian pupuk urea pada tanaman padi secara tidak langsung dapat menambah ketersediaan unsur hara NO_3 bagi tanaman kedelai yang ditanam setelah padi. Pada kondisi anaerob, ion NH_4 yang memang dibutuhkan oleh tanaman padi tersedia cukup banyak. Pada kondisi yang sama ketersediaan NO_3 adalah sedikit. Sebaliknya, setelah tanaman padi dipanen dan ditanami kedelai, kondisi berubah menjadi aerob, dan NO_3 menjadi tersedia untuk tanaman kedelai. Sehingga tidak mengherankan apabila tanaman kedelai setelah padi sawah tidak respon terhadap pemberian pupuk N.

Di tanah Entisol, residu pupuk kalium dari tanaman padi memberikan peningkatan hasil biji kedelai sebesar 12–23% (Harnowo, 1999), dan pengaruh residunya sampai tiga kali musim tanam (Riwanodja 1997). Hasil ini agak berbeda untuk tanah Vertisol (Tabel 2) karena residu dari tanaman padi maupun pemberian langsung pupuk kalium tidak dapat meningkatkan hasil biji kedelai (Sumarno dan Suyamto 1991).

Tabel 2. Hasil kedelai (t/ha) yang ditanam setelah padi pada berbagai takaran pemupukan K pada padi sawah dan takaran pemupukan K pada kedelai. Ngawi MK 1991.

Pemupukan K pada padi (kg KCl/ha) *	Hasil biji kedelai (t/ha) pada pemupukan K pada kedelai (kg KCl/ha) **			
	0	50	100	150**
0	3,02	3,40	3,08	3,02
50	2,96	2,87	3,32	3,24
100	2,88	3,07	3,38	3,16
200	3,51	3,62	3,53	3,52

* diberikan pada tanaman padi IR64;

** diberikan pada kedelai Wilis

Sumber : Sumarno dan Suyamto (1991).

Perbedaan sifat fisik dan kimia kedua jenis tanah tersebut menentukan tinggi dan rendahnya tanggap kedelai terhadap pupuk kalium.

Kombinasi Pemberian Pupuk Kalium dengan Sulfur dan Bahan Organik

Penggunaan pupuk pada tanaman kedelai seringkali tidak memberi dampak positif terhadap peningkatan produktivitas. Hal ini antara lain disebabkan oleh adanya keterkaitan satu unsur hara dengan unsur hara yang lain. Ada keterkaitan antara pupuk kalium, sulfur dan kadar C-organik tanah pada tanaman kedelai (Akil *et al.* 1990; Kuntastyuti dan Adisarwanto 1990).

Di tanah Vertisol, pemupukan 100 kg KCl/ha dapat diimbangi dengan pupuk limbah ternak ayam dan pupuk hijau *Sesbania* masing-masing 10 t/ha. Efisiensi pupuk kalium 50 kg/ha dapat meningkat 0,30 t/ha apabila waktu pengairan diundur dari umur 20 dan 60 hari menjadi 40 dan 60 hari setelah tanam. Penambahan 20 t/ha pupuk kandang ayam meningkatkan hasil kedelai, baik yang diberikan bersama kalium maupun tidak (Tabel 3) (Sitompul *et al.* 2001; Kuntastyuti dan Santoso 1996).

Apabila kandungan C-organik tanah rendah, efisiensi penggunaan pupuk seringkali sangat rendah. Oleh karena itu penambahan bahan organik akan sangat menolong dan meningkatkan efisiensi pupuk. Kuntastyuti (2000) menyatakan bahwa efisiensi pupuk K pada kedelai

Tabel 3. Hasil kedelai pada berbagai kombinasi pemupukan kalium dan bahan organik, Genteng MK I 2001.

Perlakuan	Hasil biji kedelai (t/ha)
Tanpa pupuk Kalium	
– tanpa bahan organik	2,72 b
– pupuk kandang ayam 20 t/ha	2,94 a
Dengan pupuk Kalium (100 kg KCl/ha)	
– tanpa bahan organik	2,68 b
– pupuk kandang ayam 20 t/ha	2,87 a
pH tanah	: 5,90 masam
Kadar N	: 0,08 sangat rendah
P_2O_5	: 48,00 sedang
K	: 0,40 sedang
C-organik	: 0,49 sangat rendah

Sumber: Sitompul *et al.* (2001).

di tanah Vertisol akan meningkat apabila kadar C-organik tanah ditingkatkan menjadi sekitar nilai 2, yaitu dengan menambahkan limbah ternak ayam sebanyak 10–20 t/ha.

Di daerah sentra pertanaman kedelai lahan sawah berjenis tanah Entisol di Jatim, Jateng dan Bali, kadar C-organik tanah pada kategori rendah mencapai 75%, dan 25% sisanya berkadar sangat rendah (Adisarwanto dan Riwanodja 2001). Hal ini menjadi indikasi yang menjelaskan kenapa efisiensi pupuk yang dilakukan selama ini tidak konsisten atau rendah.

Pengaruh terpisah dari unsur hara itu sendiri tidak bisa menjelaskan keuntungan dari kombinasi bahan organik dengan pupuk anorganik. Bahan organik berkualitas tinggi akan menyediakan unsur N, karbon, dan hara tanah dan menjadi tersedia bagi tanaman dalam jumlah yang sedikit demi sedikit, sejalan dengan waktu yang digunakan untuk proses mineralisasi dari bahan organik itu sendiri. Hasil penelitian Kuntastyuti (2002) menjelaskan bahwa residu pupuk organik baru berpengaruh terhadap tanaman kedelai pada musim tanam yang ke delapan atau tahun ke tiga dari pola tanam padi-kedelai-palawija di tanah Entisol.

STRATEGI PENINGKATAN EFISIENSI PUPUK KALIUM

Peningkatan efisiensi juga ditentukan oleh potensi genetik tanaman. Di lain pihak, potensi hasil tanaman dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik tanaman dengan faktor lingkungan tumbuh, khususnya tanah. Ada dua pendekatan strategis yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pupuk K, yaitu aspek tanaman dan kondisi tanah.

Pada aspek tanaman, salah satu pendekatannya melalui pemuliaan dengan memanfaatkan koleksi plasma nutfah yang efisien dalam menyerap dan menggunakan hara. Cara ini kelihatannya memberi prospek cukup menjanjikan. Evaluasi genotipe terpilih dengan tingkat serapan hara yang tinggi akan lebih mudah dilaksanakan. Metode untuk mengukur efisiensi serapan nutrisi (NUE : *nutrient uptake efficiency*), beberapa cara yang dapat digunakan antara lain:

1. Kadar hara tanaman/ketersediaan hara
2. Biomassa tanaman/kadar hara tanaman

3. Hasil biji/kadar hara tanaman

4. Tambahan hasil biji per-unit pupuk yang digunakan

Dari keempat cara tersebut kita boleh saja memilih salah satu. Dari aspek agronomi cara ketiga, yaitu menilai NUE dengan membagi hasil biji/kadar hara tanaman lebih tepat, karena hasil akhir aktivitas tanaman adalah biji. Dalam suatu pola tanam, penggunaan pupuk dalam jumlah yang rendah akan memberi harapan untuk meningkatkan NUE dengan cara menambah sedikit bahan organik kualitas tinggi dan menggunakan varietas yang memberi nilai NUE tinggi

Pada aspek tanah, pendekatan yang dapat dilakukan akan bertumpu pada hubungan keseimbangan hara dalam tanah dan serapan oleh tanaman yang dikenal dengan istilah pemupukan berimbang (*balanced fertilization*). Tujuan utama pemupukan berimbang adalah melakukan koreksi setiap unsur hara yang mengalami kekurangan yang mungkin terjadi selama tanaman tersebut dan tumbuh pada lingkungan yang spesifik.

Follett *et al.* (1987); Miller dan Larson (1992) membuat suatu formulasi keseimbangan hara yaitu:

$$RN_{tn} = Y_{tn} (AP_{tn} + AR_{dt} - RM_{dt} + L_{dt})$$

RN = kadar hara anorganik tanah dan hara organik yang tertinggal dalam jangka waktu tertentu (tn)

AP = kadar anorganik tanah dan hara organik yang tersedia pada saat kini (t)

AR = kadar anorganik dan hara organik yang ditambahkan atau dikembalikan dalam interval waktu tertentu (dt)

RM = nutrisi hara tanaman yang terangkut dalam jangka waktu tertentu (dt)

t = waktu dimulai perhitungan

tn = waktu akhir

dt = jangka waktu antara t dan tn

Dari formulasi di atas tampak bahwa aplikasi pemupukan kombinasi antara bahan organik dengan anorganik diperlukan untuk keseimbangan hara tanah. Sampai saat ini masih terjadi perbedaan persepsi tentang pemupukan berimbang, sehingga Suyanto (2002) menyarankan untuk memakai istilah “pemupukan rasional spesifik lokasi” yang mencakup spesifik jenis tanah, iklim, dan permasalahannya.

Tabel 4. Pengaruh cara pemberian dan takaran pupuk kalium terhadap hasil kedelai.

Takaran pupuk Kalium (kg KCl/ha)	Hasil biji (t/ha)		
	Disebar rata pada petakan	Ditaruh 10 cm dari lubang tanam	Ditaruh dibawah benih dlm lubang
0	0,75 cd	0,75 cd	0,75 cd
25	0,82 bc	0,81 bc	0,44 de
50	1,20 a	1,15 a	0,45 de
75	1,36 a	1,07 b	0,33 e
100	1,08 b	1,14 a	0,36 e
125	1,15 a	1,33 a	0,27 e

Sumber : Adisarwanto dan Sumarno (1991).

Berdasarkan paradigma di atas, pemupukan harus mempertimbangkan adanya keseimbangan antara kemampuan tanah dengan kemampuan tanaman dalam menyerap hara. Hasil penelitian memberi suatu indikasi yang kuat bahwa penggunaan pupuk organik (pupuk kandang) dengan takaran 10–20 t/ha merupakan pupuk dasar yang harus diaplikasikan pada tanaman padi (secara tidak langsung pada tanaman kedelai) dengan tetap memperhatikan faktor ketersediaan air yang memadai agar efisiensi pupuk dapat dipertahankan. Adapun langkah-langkah implementasi yang dapat dilaksanakan agar efisiensi pemupukan kalium dapat dicapai meliputi antara lain:

Cara Pemberian

Pemberian pupuk kalium dengan cara disebar lebih efektif dan ekonomis pada takaran 50 kg KCl/ha dibanding cara pada larikan 10 cm dari lubang tanam serta dibawah biji (Tabel 4)

Frekuensi Pemberian

Karena kepekaan hara kalium yang cukup tinggi terhadap pencucian dan kemungkinan pengikatan kelebihan pupuk yang diberikan, maka pupuk kalium lebih baik diberikan lebih dari satu kali. Hal ini merupakan pendekatan yang rational lebih efektif dan efisien. Hanya besarnya takaran yang akan ditambahkan perlu adanya analisa tanah dan tanaman oleh laboratorium yang profesional.

Jenis Pupuk Kalium

Ketersediaan pupuk KCl dipasaran dalam arti enam tepat sampai saat masih dapat diandalkan sehingga penggunaan jenis pupuk kalium lain masih belum diperlukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa efisiensi pupuk kalium dapat ditingkatkan apabila ada keterpaduan antara metode, takaran, dan saat pemupukan dengan faktor kesuburan tanah dan faktor lingkungan tumbuh. Untuk saat ini, pemupukan kalium pada lahan sawah dengan cara menyebar secara merata sesaat sebelum atau pada saat tanam adalah yang terbaik untuk tanaman kedelai. Takaran pupuk K yang dianjurkan perlu ditetapkan secara spesifik lokasi dan rasional yang didasarkan atas analisis tanah dan laboratorium.

Walaupun telah cukup banyak hasil penelitian tentang efisiensi pupuk kalium, namun sebenarnya masalah dasar masih belum ditangani atau dapat diungkap secara holistik, yaitu mekanisme dan dinamika hara kalium dalam beberapa pola tanam kedelai yang ditanam di lahan sawah. Apalagi yang dikaitkan dengan aspek sosial, budaya, dan ekonomi dan persepsi terhadap pupuk kalium. Di samping itu, aspek pengelolaan nutrisi terpadu untuk keberlanjutan siklus keharaan tanah sangat penting untuk mendapatkan strategi peningkatan ketersediaan hara yang berasal dari bahan organik dan anorganik

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. dan Sumarno. 1991. Effect of placement and application rates of K fertilizer on soybean grown in Vertisol. Balittan Malang (tidak diterbitkan) 10 hlm.
- Adisarwanto, T. 1993. Pencegahan klorosis daun pada tanaman kedelai di tanah Vertisol dengan pemberian unsur hara makro dan mikro. Pros. Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus 1992. Vol.4. AARP-Litbang Pertanian. hlm: 475–484
- Adisarwanto, T. dan H. Kuntastyuti. 2000. Pemupukan Kalium pada kedelai di tanah Vertisol. Prosiding Kongres Nasional VII HITI. hlm: 749–757.
- Adisarwanto, T., N. Saleh, Marwoto, dan N. Sunarlim. 2000. Teknologi produksi Kedelai. Puslitbangtan. 25 hlm.
- Adisarwanto, T. dan Riwanodja. 2001. Keragaan tanaman dan status hara NPKS pada kedelai di lahan sawah pada pola padi-kedelai-kedelai. Laporan Tehnis Balitkabi TA 2000. 15 hlm.
- Akil, M., H. Soepadmo, dan S. Andyanoro. 1990. Tanggap kedelai (*Glycine max* (L) Merr) terhadap pemberian kalium dan sulfur di Aluvial berkapur. Agrikam 5(1): 27–30.
- Buresh, R.J. and SK. De Datta. 1991. Nitrogen Dynamics and Management in Rice-Legume Cropping Systems. p. 1–59. Advances in Agronomy Vol 45. Academic Press. Inc. San Diego. California. USA.
- Fagi, AM. 1999. Strategi Perluasan dan Pengelolaan Lahan Sawah Irigasi untuk Meningkatkan Pendapatan Petani dan Meraih kembali Swasembada Beras. Pros. Seminar Sumber Daya Lahan. Buku I. Hlm. 5–20. Puslitbangtan. Bogor.
- Follett, R.F., SC. Gupta and PG. Hunt. 1987. Soil conservation practices: relation to the management of plant nutrients for crop production. 20 p. In Soil Fertility and Organic Matter as Critical Component for production Systems. Special Publication 19. Soil Science Society of America. Madison, Wisc. U.S.A.
- Hardaningsih, S. 1995. Pengaruh pemberian pupuk KCl dan fungisida pada tanaman kedelai terhadap serangan jamur karat. Hlm. 135–140. Ris. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Th 1994. Balittan Malang.
- Harnowo, D. 1999. Pengaruh residu pupuk makro oleh tanaman kedelai setelah padi di lahan sawah. Pros. Seminar Hasil Penelitian Balitkabi, Malang. Edisi Khusus No. 13-1999. hlm. 139–149.
- Hidayat, JR., SAS. Wityanara, K. Pirngadi, S. Kartaatmadja, dan AM. Fagi. 1991. Teknik Budidaya Kedelai di Lahan Irigasi. Balittan Sukamandi. 25 hlm.
- Jeffers, D., AF. Schmitthenner and ME. Kroetz. 1982. Potassium fertilization effects on phomopsis seed infection, seed quality and yield of soybean. Agron. J. 74(5): 886–899.
- Kuntastyuti, H. dan T. Adisarwanto. 1990. Pemupukan kalium, sulfur dan seng pada kedelai setelah padi sawah. Ris. Hasil Penelitian Tanaman Pangan TA. 1990. Balittan Malang. hlm. 32–38.
- Kuntastyuti, H. dan T. Adisarwanto. 1996. Pemupukan K pada kedelai di tanah Vertisol dan Regosol. Penelitian Pertanian 15(1): 10–15.
- Kuntastyuti, H. dan GWA. Santoso. 1996. Efisiensi pupuk K dan S pada tanaman kedelai di lahan sawah dan lahan kering. Laporan Tehnis Balitkabi. TA 1995/1996. Hlm: 37–58
- Kuntastyuti, H. 2000. Efisiensi pupuk P, K dan pembenah tanah pada kedelai di lahan kering. Laporan Tehnis TA 1999/2000. 15 hlm.
- Kuntastyuti, H. 2002. Dinamika produktivitas tanah dan tanaman akibat residu pupuk organik pada Entisol berat. Laporan Tehnis Hasil Penelitian TA 2002. Balitkabi. 10 hlm.
- Manwan, I., Sumarno, AS. Karama dan AM. Fagi. 1990. Teknologi Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. 49 hlm. Puslitbangtan. Bogor.
- Miller, FP. and WE. Larson. 1992. Lower Input effects on soil productivity and nutrient cycling. In Sustainable Agricultural Systems. CA. Edwards, R. Lal, P. Madden, RH. Miller and G. House (Eds). Ankey. Iowa. USA. p. 549–568.
- Munson, RD. 1980. Potassium Availability and Uptake. In Potassium For Agriculture. Potash & Phosphate Institute. Atlanta. USA. p. 28–66.
- Peaslee, D., EB. Uicks Jr and DB. Egli. 1985. Soil test levels of potassium on yield and seed size in soybean cultivars. Common in Soil Sci. Plant Anal. 16(8): 899–907.
- Riwanodja. 1997. Respon beberapa varietas kedelai terhadap residu pemupukan pada padi sawah di tanah Aluvial. Edisi Khusus No. 9-1997. hlm. 53–60
- Rosolen, CA. and I. Nakagawa. 1985. Potassium uptake by soybean as effected by exchangeable potassium in soil. Common in Soil Sci. Plant Anal. 16(8): 756–798.
- Saleh, N., T. Adisarwanto, A. Kasno dan Sudaryono. 2000. Teknologi kunci pengembangan kedelai di Indonesia. Hlm. 183–207. Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Bogor 22–24 November 1999.
- Sitompul, SM., S. Ismunandar, Sudarto, T. Adisarwanto dan Koeshartoyo. 2001. Evaluasi Lahan dan Pendugaan Hasil Tanaman. Studi Kasus Di Sentra Produksi Kedelai Propinsi Jawa Timur. Lemlit Unibraw-Badan Litbang Pertanian, Jakarta 77 hlm.

- Sumarno dan Suyamto.1991. Pengaruh pupuk kalium dan jerami padi terhadap hasil padi dan kedelai pada jenis tanah Vertisol. Penelitian Palawija 6(1 dan 2): 29–35.
- Supardi, G. 1974. Sifat dan Ciri Tanah 2. IPB. Bogor. hlm. 648–665.
- Suyamto,1997. Respon tanaman kedelai terhadap pemupukan pada beberapa jenis tanah. Edisi Khusus Balitkabi No.9-1997.hlm.44–52
- Suyamto. 2002. Strategi dan Implementasi Pemupukan Rasional Spesifik Lokasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Badan Litbang Pertanian. 57 hlm.
- Suwono, Marwoto dan AG. Manshuri. 1987. Pengaruh unsur hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lokasi gejala kuning di Ponorogo. Penelitian Palawija 3(2): 61–67.
- Suwono. 1993. Pengaruh residu pupuk K pada padi terhadap tanaman kedelai di tanah Vertisol. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1992. Balittan Malang.hlm.11–13.
- Wallingford, W. 1980. Functions of Potassium in Plants. p.10–27. Potassium for Agriculture. Potash & Phosphate Institute Atlanta,GA. USA