

Optimasi Pemupukan NPK pada Kedelai untuk Mempertahankan Kesuburan Tanah dan Hasil Tinggi di Lahan Sawah

Achmad Khozi Manshuri

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jl. Kendalapyak, km 7 Malang, Jawa Timur
Email: achmad_khozi@yahoo.co.id

Naskah diterima 18 April 2012 dan setuju diterbitkan 11 Mei 2012

ABSTRACT

Optimum NPK Fertilization on Soybean in the Lowlands to Maintain Soil Fertility and High Yield. Factors causing a low soybean productivity in Indonesia among the others is the inoptimum availability of nutrients. Report had indicated that the N, P, and K nutrients balance in soybean production centers of lowlands tend to be negative, caused by inbalance fertilization practices and habit of the farmers to take the entire crop harvest off the land. It was estimated that deficit at 45 to 50 kg N, 0 to 4 kg of P, and 0 to 30 kg K/ha happened when rice was harvested, crop yielded 6 t/ha in low land. From an average soybean yields of 1 t/ha, it took nutrient off the land of about 70 kg N, 7 kg P, and 43 kg K/ha. There is an indication the occurrence of the hidden hunger symptoms of N and P in some farmers' lands. Fertilization of N and P had increased grain yield, but the increase was not high enough to convince farmers. For that reason, usually N and P fertilization was not applied. Farmers also choose not to fertilize the soybean crop, because it is not profitable. The policy of not recommending fertilization on to the hidden hunger lands needs to be revised, because in the long run it will not be beneficial for the sustainability of the soil fertility and productive farming. The principle of optimization of N, P, and K fertilization is to apply fertilizers as much as plants' need to reach the targeted yield and to conserve the nutrient status in the soil. Thus, it could result in soybean yield increases and maintains soil fertility. The recommendation of N, P, and K optimization on soybean plants can be performed: 1) based on the analysis of the status of N, P, and K soil, 2) optimization of fertilization of N, P, and K based on the agronomic efficiency of N, P, and K.

Key words: Soybean, fertilization, high yield, lowland

ABSTRAK

Produktivitas kedelai di Indonesia termasuk rendah, salah satu penyebabnya adalah ketersediaan hara dalam tanah tidak optimal bagi pertumbuhan tanaman. Neraca hara N, P, dan K lahan sawah dan lahan kering di sentra produksi kedelai dilaporkan mengalami keseimbangan negatif. Hal ini disebabkan oleh minimnya dosis pupuk yang diaplikasikan atau praktek pemupukan yang tidak berimbang serta kebiasaan petani membawa seluruh tanaman hasil panen keluar dari lahan. Dari hasil kedelai di tingkat petani sebesar 1 ton biji/ha, tanaman mengangkut hara 70 kg, 7 kg P, dan 43 kg K/ha. Dengan kondisi tersebut, terdapat indikasi gejala kahat hara tersamar (*hidden hunger*) unsur N dan P di sentra produksi kedelai. Pemberian pupuk N dan P meningkatkan hasil, walaupun tidak tinggi atau secara statistik tidak nyata. Dalam keadaan seperti ini, pemupukan N dan P seakan tidak menjadi keharusan. Petani lebih memilih tidak melakukan pemupukan pada tanaman kedelai karena dianggap tidak menguntungkan. Tidak adanya anjuran pemupukan kedelai pada lahan yang mengalami gejala *hidden hunger* tersebut, dalam jangka panjang tidak menguntungkan bagi keberlanjutan dan kelestarian kesuburan lahan. Prinsip optimasi pemupukan N, P, dan K adalah pemberian pupuk yang sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai, dengan tetap mempertahankan status kesuburan lahan. Dengan demikian, pemupukan optimal mempunyai implikasi peningkatan hasil kedelai dengan tetap mempertahankan kesuburan lahan. Anjuran optimasi pemupukan N, P, dan K pada tanaman kedelai dapat ditentukan dengan menggunakan: 1) rekomendasi dosis pupuk berdasarkan analisis status N, P, dan K tanah, dan 2) optimasi pemupukan N, P, dan K berdasarkan nilai efisiensi agronomi N, P, dan K.

Kata kunci: Kedelai, pemupukan, hasil tinggi, lahan sawah

PENDAHULUAN

Kurangnya minat sebagian petani untuk melakukan pemupukan N, P, dan K pada tanaman kedelai di lahan sawah disebabkan oleh tidak konsistennya respons tanaman terhadap pemupukan. Petani di daerah tertentu tidak melakukan pemupukan N, P, dan K, namun tanaman kedelai mereka mampu menghasilkan 1,5-2 t/ha. Terdapat anggapan bahwa tanaman kedelai tidak respons terhadap pemupukan N, P, dan K, melainkan lebih respons terhadap residu pupuk N, P, dan K tanaman sebelumnya. Oleh karena itu, masih sering dijumpai petani tidak memupuk tanaman kedelainya. Padahal tanaman kedelai memerlukan hara N, P, dan K yang tinggi. Untuk menghasilkan 1 t biji/ha, tanaman kedelai memerlukan 70 kg N, 7 kg P, dan 43 kg K/ha (Manshuri 2010). Apabila tanaman kedelai tidak mendapatkan tambahan hara dari pupuk, maka dalam jangka panjang tingkat kesuburan dan hasil kedelai di lahan sawah akan semakin rendah. Menurunnya kesuburan lahan dapat dilihat dari gejala kahat tersamar (*hidden hunger*). Lahan yang kekurangan hara tanpa disertai gejala kahat dapat dilihat secara visual (Snyder 2000).

Produktivitas kedelai di Indonesia yang masih rendah tidak semata-mata disebabkan oleh faktor keharaan tanah tetapi oleh banyak faktor seperti kondisi drainase tanah, kedalaman lapisan olah, gulma, kelembaban tanah, hama dan penyakit. Namun ketersediaan hara tanah tetap merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi sebab hampir seluruh kebutuhan hara tanaman diperoleh dari tanah, kecuali C, H, O, dan sebagian N. Karena itu, kekhawatiran yang patut dipertimbangkan pada budi daya kedelai di lahan sawah adalah gejala menurunnya ketersediaan hara di tanah terutama N, P, dan K yang tampaknya terus berlanjut.

Diperlukan optimasi pemupukan N, P, dan K pada tanaman kedelai di lahan sawah untuk menjaga agar

keseimbangan hara tidak negatif, sehingga produktivitas tanaman yang tinggi dapat dicapai secara berkelanjutan.

RESPONS TANAMAN KEDELAI TERHADAP HARA N, P, DAN K

Hasil penelitian pemupukan N, P, dan K di beberapa lokasi menunjukkan bahwa walaupun pemberian N dan P dapat meningkatkan hasil, namun tidak tinggi, secara statistik tidak nyata dan tidak menguntungkan petani. Sebaliknya, pemupukan K nyata meningkatkan hasil (Tabel 1).

Fakta ini dapat memunculkan interpretasi berbeda, antara lain: 1) tanaman kedelai tidak responsif terhadap pemupukan, melainkan lebih tanggap terhadap hara yang tersedia dalam tanah atau residu pemupukan tanaman lain pada musim sebelumnya; 2) terdapat indikasi bahwa tanaman mengalami gejala kahat tersamar, artinya kondisi keharaan tanah dalam keadaan kritis dan justru memerlukan upaya pemupukan yang intensif. Dalam keadaan seperti ini, pemupukan N dan P tidak direkomendasikan. Petani pun lebih memilih tidak melakukan pemupukan karena dianggap tidak menguntungkan. Padahal mungkin lahan telah mengindikasikan gejala kahat. Kebijakan untuk tidak merekomendasikan pemupukan pada lahan yang mengalami kahat tersamar perlu ditinjau kembali, sebab tidak menguntungkan bagi keberlanjutan kesuburan lahan dan usahatani produktif (Dobermann *et al.* 2005). Tampaknya masih diperlukan penelitian lebih lanjut apakah tanaman kedelai lebih respons terhadap residu pupuk dari tanaman musim sebelumnya. Apabila terbukti tanaman kedelai lebih respon terhadap residu pupuk N, P, dan K dari pemupukan langsung maka seyogianya kebijakan optimasi pemupukan tidak sekadar menentukan dosis anjuran, melainkan juga mempertimbangkan aspek pola tanam.

Tabel 1. Pemupukan kedelai varietas Wilis pada petak omisi, jenis tanah Vertisol (Ponorogo dan Ngawi) dan Entisol (Blitar, Mojokerto, dan Boyolali), MK 2006.

Perlakuan	Hasil biji (t/ha)					
	Ponorogo I	Ponorogo II	Ngawi	Blitar	Mojokerto	Boyolali
NPK	2,55	2,83	2,67	1,84	2,81	1,51
NP	2,02 *	2,34*	2,15*	1,71 tn	2,19 *	1,14 *
NK	2,55 tn	2,78 tn	2,59 tn	1,74 tn	2,90 tn	1,22 tn
PK	2,52 tn	2,81 tn	2,50 tn	1,87 tn	2,85 tn	1,54 tn
K.K (%)	9,30	9,40	9,10	10,10	8,40	12,20
BNT (0,05)	0,38	0,41	0,42	0,56	0,39	0,30

Angka selajur yang diikuti oleh huruf tn tidak berbeda nyata terhadap pemupukan lengkap NPK, sedangkan yang diikuti tanda * berbeda nyata pada taraf 5%.

Sumber: Manshuri *et al.* (2007).

Casanova (2000) melaporkan bahwa pada tanah masam (pH 4,5) dengan kandungan P dan K tersedia masing-masing 22 ppm dan 38 ppm, tanaman kedelai responsif terhadap pemupukan P dan K. Pemupukan 60 kg P/ha dan 108 kg K/ha menghasilkan 2.598 kg biji /ha, sedangkan perlakuan 108 kg K/ha tanpa pemupukan P menghasilkan 615 kg biji /ha. Pemupukan 60 kg P/ha tanpa pemupukan K menghasilkan 1.180 kg/ha dan pemupukan 108 kg K/ha menghasilkan 3.164 kg biji/ha. Sebaliknya, tanaman kedelai juga sangat respons terhadap residu P yang diberikan pada tanaman jagung pada musim sebelumnya. Pengaruh residu P berkaitan dengan status P tanah dan cara pemberian P pada tanaman jagung. Pada status P tanah rendah (3-4 ppm), residu P nyata menaikkan hasil kedelai, tetapi pada P tanah tinggi 19 ppm, residu P tidak meningkatkan hasil kedelai, baik diberikan dengan cara sebar maupun larik. Penggunaan P secara dilarik mempunyai dua tujuan: (1) menempatkan pupuk P ke dalam tanah di sekitar perakaran agar mudah terjangkau akar, (2) memusatkan pupuk P pada satu tempat sehingga mengurangi pengaruh fiksasi dan membuat P lebih banyak tersedia bagi tanaman. Pemupukan P dengan cara dilarik dapat menghasilkan residu P lebih efektif dan mengurangi dosis P sebesar 50% dari penggunaan P dosis rekomendasi cara sebar. Namun pada tanah dengan kandungan P rendah, residu dari P yang diberikan dengan cara dilarik pada tanaman jagung musim sebelumnya tidak dapat menghemat dari residu P cara sebar (Randall *et al.* 2001).

Terlepas dari kedua persoalan itu, optimasi pemupukan N, P, dan K tetap penting untuk menjaga keseimbangan hara dan menghindari penurunan kesuburan lahan, sehingga produktivitas tanaman yang tinggi dapat dicapai secara berkelanjutan.

KEBUTUHAN HARA N, P, DAN K TANAMAN KEDELAJ

Besarnya kandungan hara N, P, dan K tanaman kedelai berhubungan dengan tingkat hasil yang dicapai (Tabel 2). Manshuri (2010) melaporkan bahwa sampai dengan tingkat hasil tertentu, kebutuhan optimal hara N, P, dan K bagi tanaman kedelai berhubungan *linear* dengan hasil (Tabel 3).

Serapan optimal N, P, dan K sukar ditentukan secara konsisten antarmusim dan antarlokasi, terutama hara N, sebab kandungan N tanaman tidak seluruhnya berasal dari tanah, melainkan juga dari hasil fiksasi N udara oleh bakteri penambat N. Walaupun demikian, data ini cukup memberi gambaran bahwa untuk mencapai tingkat hasil tinggi, tanaman kedelai memerlukan hara N, P, dan K dalam jumlah yang tinggi.

Tabel 2. Tingkat hasil dan besarnya serapan zat hara N, P, K, Mg dan S dari tanah oleh tanaman kedelai.

Hasil (t/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mg (kg/ha)	S (kg/ha)
2,7	236	41	150	17	15
3,7	311	57	206	24	19
4,7	386	72	236	30	24

Sumber: Snyder (2000).

Tabel 3. Kebutuhan hara N, P, dan K dalam hubungannya dengan tingkat hasil kedelai.

Tingkat hasil kedelai (kg/ha)	Kebutuhan hara N (kg N/ha)	Kebutuhan hara P (kg P/ha)	Kebutuhan hara K (kg K/ha)
1.000	70	7	43
1.500	106	11	65
2.000	141	15	86
2.500	176	19	108
3.000	211	22	129

Sumber: Manshuri (2010).

Pemberian 200 ppm N hanya sedikit meningkatkan bobot 100 biji dan hasil kedelai. Penggunaan N berlebihan tidak meningkatkan hasil biji melainkan mendorong pertumbuhan vegetatif (Asanuma *et al.* 1992). Di beberapa lokasi, pemupukan N tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan hasil kedelai. Namun hasil tanaman tidak mampu lebih tinggi dari 3,7 t/ha bila hanya mengandalkan fiksasi N₂ dari udara. Keberhasilan pemupukan N pada tanaman kedelai terjadi jika bakteri penambat N tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Lamond and Wesley 2001). Kondisi lingkungan yang menghambat pertumbuhan bakteri penambat N antara lain suhu rendah, kandungan N tinggi, kondisi air (kekeringan maupun genangan), dan pemadatan tanah (Franzen 1999). Oleh sebab itu rekomendasi pemupukan N pada tanaman kedelai 25-50 kg urea/ha (Baliakabi 2008) harus dibaca sebagai starter untuk mencapai pertumbuhan optimal, agar mampu menyediakan karbohidrat bagi pertumbuhan bakteri penambat N, sejak fase vegetatif sampai dengan pengisian biji.

Fosfat dan Kalium

Tanah berpasir biasanya menunjukkan gejala kahat P dan K, sedangkan tanah liat cenderung memiliki ketersediaan P dan K lebih tinggi dibandingkan dengan tanah berpasir, walaupun peningkatan kandungan liat tanah tidak selalu berhubungan dengan kandungan P dan K tinggi. Sebagian besar penyerapan P dan K berlangsung secara difusi dari tempat dengan konsentrasi tinggi ke tempat yang mempunyai konsentrasi rendah. Dibandingkan dengan

Tabel 4. Analisis contoh daun klorosis dan sehat tanaman kedelai dari beberapa daerah di Jawa Timur, 1989.

Analisis kimia	Bagor, Nganjuk (Inceptisol)		Mejayan, Madiun (Inceptisol)		Kedung galar, Ngawi (Vertisol) Klorosis	Paron, Ngawi (Vertisol) Klorosis
	Klorosis	Sehat	Klorosis	Sehat		
N (%)	3,75	3,50	3,86	3,90	3,58	3,88
P (%)	0,29	0,22	0,23	0,22	0,26	0,26
K (%)	0,77	1,58	0,66	1,84	0,68	0,75
S (%)	0,31	0,12	0,23	0,11	0,21	0,24
Ca (%)	2,78	2,26	2,47	1,86	2,86	2,17
Mg (%)	1,26	0,61	0,94	0,39	1,29	0,94
Fe (ppm)	105	62	76	79	8	72
Mn (ppm)	568	165	474	761	364	546
Zn (ppm)	54	31	67	62	52	73

Sumber: Ismunadji and Manshuri (1989).

fosfat, kalium lebih mudah larut dalam larutan tanah, karena itu kalium cenderung lebih cepat mencapai akar daripada fosfat. Pertumbuhan akar menjadi penting untuk mendapatkan P dan K secara optimal (Snyder 2000).

Berbeda dengan unsur N dan P yang menunjukkan gejala kahat tersamar, kahat K secara visual tampak nyata berupa klorosis pada daun tanaman kedelai. Gejala klorosis dimulai dari pinggir daun, kemudian diikuti oleh nekrosis. Pada kondisi yang parah, batang dan tangkai daun pendek dengan helai daun sempit dan tanaman tumbuh kerdil sehingga tidak menghasilkan biji. Gejala klorosis daun akibat kahat K telah lama dijumpai di lahan petani, tersebar di beberapa sentra produksi kedelai di Jawa Timur (Suwono *et al.* 1987) bahkan di Bali dan Nusa Tenggara Barat (NTB) (Adisarwanto 1993). Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan K pada daun tanaman kedelai klorosis lebih rendah dibandingkan dengan daun tanaman sehat (Tabel 4). Nilai kritis konsentrasi K pada daun kedelai pada fase R1 (awal berbunga) berkisar antara 2,33-2,43% (Yin and Vyn 2004). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang sehat sesungguhnya mengalami kahat K tersamar.

Kebiasaan petani menumpuk jerami padi hasil panen musim sebelumnya dan membiarkannya membusuk di lahan, atau membakarnya dapat meningkatkan ketersediaan K di tanah. Kondisi ini menyebabkan keragaman status K sangat tinggi dalam satu petakan lahan, sehingga tanaman sehat dan klorosis tumbuh bersebelahan, karena itu diperlukan pupuk K dengan dosis berbeda. Pengembalian brangkas tanaman ke tanah sangat dianjurkan untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Sebaliknya, pembakaran jerami tidak dianjurkan karena justru dapat menurunkan bahan organik tanah.

Tabel 5. Neraca ketersediaan dan kebutuhan tanaman terhadap hara N, P, dan K pada lahan sawah setelah ditanami padi yang menghasilkan 6 t/ha.

Hara	Ketersediaan dalam tanah (kg/ha)	Kebutuhan tanaman (kg/ha)	Defisit (kg/ha)
N	40-45 kg N	90 kg N	45-50 kg N
P	12-19 kg P	16 kg P	0-4 kg P
K	60-100 K	90 kg K	0-30 kg K

Sumber: Abdulrachman *et al.* (2002)

KETERSEDIAAN HARA N, P, DAN K DI LAHAN SAWAH SENTRA PRODUKSI KEDELAI

Kemungkinan menurunnya ketersediaan hara N, P, dan K di tanah sawah disebabkan oleh dua hal, yaitu:

- 1) Kebiasaan petani memanen kedelai dan membawa brangkas tanaman ke luar lahan secara terus-menerus. Padahal 1 ton biji kedelai tanpa brangkas mengandung 27,24 kg N, 5,45 kg P_2O_5 , dan 9,5 kg K (Snyder 2000). Panen kedelai 1 t/ha beserta brangkas diperkirakan mengangkut 70 kg N, 7 kg P, dan 43 kg K (Manshuri 2010). Walaupun daun, tangkai daun, dan akar tertinggal di tanah dan sebagian N berasal dari fiksasi N udara namun kondisi tersebut dapat mengakibatkan ketidakseimbangan hara. Apabila brangkas tanaman dikembalikan ke dalam tanah, maka keseimbangan hara negatif tersebut dapat dicegah. Petani kedelai di beberapa kabupaten di Jawa Timur telah melakukan panen dengan membijikan di lahan sawah, sehingga semua brangkas kembali ke tanah. Praktek ini perlu dianjurkan di tempat lain, terutama untuk panen kedelai pada musim kemarau.

Tabel 6. Sifat kimia tanah sawah di 32 lokasi di Blitar, Ponorogo, dan Madiun.

Lokasi	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K (ppm)	C-Organik (%)	pH (H ₂ O)
Ponorogo 1	0,07	9,84	86	1,52	6,2
Ponorogo 2	0,08	7,47	129	1,61	5,9
Ponorogo 3	0,07	7,89	86	1,59	6,1
Ponorogo 4	0,07	14,90	82	1,59	6,9
Ponorogo 5	0,07	10,30	129	1,42	6,9
Ponorogo 6	0,07	15,70	137	1,34	6,7
Madiun 1	0,08	8,51	105	1,68	6,3
Madiun 2	0,09	9,08	144	1,80	6,3
Madiun 3	0,09	8,46	105	1,64	6,1
Madiun 4	1,00	7,38	78	1,47	8,1
Madiun 5	0,09	7,96	90	1,41	6,2
Madiun 6	0,07	7,27	55	1,43	6,0
Madiun 7	0,14	12,6	47	0,94	6,1
Madiun 8	0,15	13,0	39	1,02	6,1
Madiun 9	0,12	11,7	55	1,47	5,8
Madiun 10	0,15	22,0	550	1,19	5,7
Madiun 11	0,16	7,89	59	0,96	5,9
Madiun 12	0,15	10,7	62	1,30	5,5
Madiun 13	0,17	13,1	82	1,06	5,5
Blitar 1	0,05	35	55	1,18	6,3
Blitar 2	0,05	12,8	86	1,01	5,9
Blitar 3	0,09	19,7	51	0,89	5,1
Blitar 4	0,07	80,9	51	0,99	5,5
Blitar 5	0,07	28,5	23	1,09	5,8
Blitar 6	0,05	25,8	51	0,85	6,5
Blitar 7	0,08	21,4	137	1,05	6,5
Blitar 8	0,30	8,07	105	1,95	6,0
Blitar 9	0,30	6,44	90	2,01	5,9
Blitar 10	0,28	5,64	109	1,88	6,4
Blitar 11	0,22	9,04	117	2,42	6,5
Blitar 12	0,25	9,68	90	1,59	6,4
Blitar 13	0,25	10,1	94	1,59	6,3

Sumber: Laboratorium Tanah Balitkabi (2007 dan 2008)
(Data tidak dipublikasikan)

- 2) Pemupukan kurang optimal sehingga menyebabkan neraca hara terutama N, P, dan K mengarah kepada keseimbangan negatif. Di lahan sawah, tanaman kedelai ditanam setelah padi. Karena itu status hara N, P, dan K lahan sawah di sentra produksi kedelai bergantung pada cara budi daya tanaman padi sebelumnya. Menurut Abdulrachman *et al* (2002), neraca hara N, P, dan K di lahan sawah yang ditanami padi tanpa dosis pupuk optimal akan mengalami defisit (Tabel 5).

Hasil penelitian jangka panjang di daerah subtropis dan tropis Asia menunjukkan adanya gejala penurunan hasil padi pada tingkat produktivitas di atas 7 t/ha, walaupun telah menggunakan input N, P dan K sesuai rekomendasi (Dawe *et al.* 2000). Bahkan data dari beberapa lokasi lahan sawah irigasi di Bangladesh, Myanmar, Indonesia, Filipina, dan Vietnam menunjukkan bahwa hara N, P, dan K serta Ca mengalami

Tabel 7. Klasifikasi status hara P dan K untuk tanaman kedelai.

Hara	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
P-Bray (ppm)	0-5	6-10	11-15	16-20	>20
P-Olsen	0-3	4-7	8-11	12-15	>16
K-Bray (ppm)	0-40	41-80	81-120	121-160	>160

Sumber: Franzen (1999).

keseimbangan negatif, yang berarti hara perlu diperhatikan (Mutert 2008).

Hasil analisis tanah di 32 sentra produksi kedelai di lahan sawah di tiga kabupaten di Jawa Timur (Blitar, Ponorogo, dan Madiun) menunjukkan status N, P, dan K sangat beragam. Kandungan N total berkisar antara 0,05-0,23%, P₂O₅ 5,69-80,9 ppm, K 23-550 ppm, dan C-organik rendah < 3% (Tabel 6).

Franzen (1999) membuat klasifikasi status hara P dan K tanah untuk tanaman kedelai sebagai berikut: (a) P-Bray: 0-5 ppm P (sangat rendah), 6-10 ppm (rendah), 11-15 ppm (sedang), 16-20 ppm (tinggi), >20 (sangat tinggi); (b) P-Olsen: 0-3 ppm sangat rendah, 4-7 ppm rendah, 8-11 ppm sedang, 12-15 tinggi dan > 16 ppm (sangat tinggi); dan (c) untuk hara K (Bray): 0-40 ppm (sangat rendah), 41-80 ppm (rendah), 81-120 ppm (sedang), 121-160 ppm (tinggi), >160 (sangat tinggi) (Tabel 7).

Data status hara tersebut mengindikasikan adanya keragaman yang tinggi, baik status maupun tingkat keseimbangan hara N, P, dan K tanah di sentra produksi kedelai. Oleh karena itu, optimasi pemupukan NPK yang bersifat spesifik lokasi untuk tanaman kedelai perlu diperhatikan, agar peningkatan produksi dapat dicapai dengan tetap menjaga tingkat kesuburan tanah.

OPTIMASI PEMUPUKAN N, P, DAN K PADA TANAMAN KEDELAJ

Lahan yang ditanami berbagai jenis tanaman mengalami keseimbangan N, P, dan K dan negatif. Upaya pencegahan harus segera dilakukan dengan pemupukan dosis optimal guna mendapatkan keseimbangan kandungan hara tanah. Anjuran pemupukan pada tanaman kedelai tergolong sangat ketinggalan, karena hingga kini belum tersedia dosis anjuran untuk hara N, P, dan K spesifik lokasi yang dapat dipercaya meningkatkan hasil secara konsisten.

Menurut Franzen (1999), dosis optimal N, P, dan K pada tanaman kedelai ditentukan berdasarkan status hara tanah. Status N tanah pada kedalaman 60 cm harus dipertahankan 54-80 kg N/ha untuk menjaga pertumbuhan

Tabel 8. Rekomendasi pemupukan P untuk tanaman kedelai berdasarkan status hara P-bray-1 tanah.

Target hasil (t/ha)	*N = 54-80 (kg/ha)	Status tanah P-Bray (ppm)				
		Sangat rendah 0-5	Rendah 6-10	Sedang 11-15	Tinggi 16-20	Sangat tinggi >20
		kg P ₂ O ₅ /ha.....				
2,0		34	18	0	0	0
2,7		45	24	2	0	0
3,4		56	29	3	0	0
4,0		68	35	3	0	0

* Total N tanah sedalam 60 cm.
Sumber: Franzen (1999).

Tabel 9. Rekomendasi pemupukan P untuk tanaman kedelai berdasarkan status hara P-Olsen tanah.

Target hasil (t/ha)	*N = 54-80 (kg/ha)	Status tanah P-Olsen (ppm)				
		Sangat rendah 0-3	Rendah 4-7	Sedang 8-11	Tinggi 11-15	Sangat tinggi >16
		kg P ₂ O ₅ /ha.....				
2,0		36	18	0	0	0
2,7		48	24	0	0	0
3,4		61	31	0	0	0
4,0		73	37	1	0	0

* Total N tanah sedalam 60 cm.
Sumber: Franzen (1999).

Tabel 10. Rekomendasi pemupukan K untuk tanaman kedelai berdasarkan status hara K-Bray tanah.

Target hasil (t/ha)	*N = 54-80 (kg/ha)	Status tanah K-bray (ppm)				
		Sangat rendah 0-40	Rendah 41-80	Sedang 81-120	Tinggi 121-160	Sangat tinggi >160
		kg K ₂ O/ha.....				
2,0		44,0	22,1	0,1	0	0
2,7		58,7	29,4	0,2	0	0
3,4		73,4	36,8	0,2	0	0
4,0		88,1	44,2	0,3	0	0

* Total N tanah sedalam 60 cm.
Sumber: Franzen (1999).

awal agar tanaman mampu menyediakan karbohidrat yang cukup bagi pertumbuhan bakteri penambat N. Anjuran dosis pemupukan P (Tabel 8 dan 9) dan K (Tabel 10) ditentukan berdasarkan status P dan K tanah, serta target hasil yang ingin dicapai.

Manshuri (2008) telah menyusun pedoman cara menentukan dosis optimal N, P, dan K pada tanaman kedelai menggunakan pendekatan petak omisi NPK (Tabel 11, 12, dan 13). Dosis optimal NPK yang dianjurkan ditentukan berdasarkan efisiensi agronomi N, P, dan K

pada lahan yang akan ditanami dan target hasil kedelai yang ingin dicapai. Pedoman pemupukan ini lebih merupakan contoh penentuan dosis optimal pupuk N, P dan K. Dalam prakteknya, sebelum menentukan dosis pupuk, perlu dilakukan pemupukan pada petak omisi N, P, dan K untuk menghitung efisiensi agronomi pemupukan NPK di masing-masing lahan petani untuk menentukan dosis optimal. Dengan cara ini, dosis optimal pupuk N, P, dan K pada lahan petani yang bersangkutan dapat ditentukan.

Tabel 11. Pedoman penentuan dosis pupuk N untuk tanaman kedelai berdasarkan efisiensi agronomi N dan kebutuhan N tanaman sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai.

Hasil kedelai tanpa pemupukan N (Y _{ON})(kg/ha)	Efisien agronomi N (kg/kg)	Target hasil (Y _T)(kg/ha)								
		1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500	2.750	3.000
		Dosis N yang diperlukan (kg/ha)								
1.000	10	0	25	50	75	100	-	-	-	-
	15	0	16,7	33,3	50	63,3	-	-	-	-
	20	0	12,5	25	37,5	50	-	-	-	-
1.500	10	0	0	0	25	50	75	100	-	-
	15	0	0	0	16,7	33,3	50	63,3	-	-
	20	0	0	0	12,5	25	37,5	50	-	-
2.000	10	0	0	0	0	0	25	50	75	100
	15	0	0	0	0	0	16,7	33,3	50	63,3
	20	0	0	0	0	0	12,5	25	37,5	50

(-) dosis anjuran tidak diberikan karena target hasil terlalu tinggi untuk kondisi lahan tersebut.

Sumber: Manshuri (2008)

Tabel 12. Pedoman penentuan dosis pupuk P untuk tanaman kedelai berdasarkan efisiensi agronomi P dan kebutuhan P tanaman sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai.

Hasil kedelai tanpa pemupukan P (Y _{0N})(kg/ha)	Efisien agronomi P (kg/kg)	Target hasil (Y _T)(kg/ha)								
		1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500	2.750	3.000
		Dosis P yang diperlukan (kg/ha)								
1.000	10	0	25	50	75	100	-	-	-	-
	15	0	16,7	33,3	50	66,7	-	-	-	-
	20	0	12,5	25	37,5	50	-	-	-	-
1.500	10	0	0	0	25	50	75	100	-	-
	15	0	0	0	16,7	33,3	50	66,7	-	-
	20	0	0	0	12,50	12,5	25	37,5	50	-
2.000	10	0	0	0	0	0	25	50	75	100
	15	0	0	0	0	0	16,7	33,3	50	66,7
	20	0	0	0	0	0	12,5	25	37,5	50

(-) dosis anjuran tidak diberikan karena target hasil terlalu tinggi untuk kondisi lahan tersebut.

Sumber: Manshuri (2008)

Tabel 13. Pedoman penentuan dosis pupuk K untuk tanaman kedelai berdasarkan efisiensi agronomi K dan kebutuhan K tanaman sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai.

Hasil kedelai tanpa pemupukan K (Y _{ON})(kg/ha)	Efisien agronomi K (kg/kg)	Target hasil (Y _T)(kg/ha)								
		1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500	2.750	3.000
		Dosis K yang diperlukan (kg/ha)								
1.000	10	0	25	50	75	100	-	-	-	-
	15	0	16,7	33,3	50	66,7	-	-	-	-
	20	0	12,5	25	37,5	50	-	-	-	-
1.500	10	0	0	0	25	50	75	100	-	-
	15	0	0	0	16,7	33,3	50	66,7	-	-
	20	0	0	0	12,5	25	37,5	50	-	-
2.000	10	0	0	0	0	25	50	75	100	-
	15	0	0	0	0	16,7	33,3	50	66,7	83,3
	20	0	0	0	0	12,5	25	37,5	50	62,7

(-) dosis anjuran tidak diberikan karena target hasil terlalu tinggi untuk kondisi lahan tersebut.

Sumber: Manshuri (2008)

Efisiensi agronomi N (EAN) adalah selisih hasil antara Y_N (dipupuk N) dikurangi Y_{ON} (tanpa dipupuk N) dibagi jumlah pupuk N yang diberikan. Efisiensi agronomi P (EAP) adalah selisih hasil antara Y_P (dipupuk P) dikurangi Y_{OP} (tanpa dipupuk P) dibagi jumlah pupuk P yang diberikan. Efisiensi agronomi K (EAK) adalah selisih hasil antara Y_K (dipupuk K) dikurangi Y_{OK} (tanpa dipupuk K) dibagi jumlah pupuk yang diberikan. Setelah didapatkan nilai EAN, EAP dan EAK pada petak omisi, selanjutnya dosis optimal pupuk NPK dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan Pupuk N} \dots F_N = \frac{Y_T(\text{kg/ha}) - Y_{ON}(\text{kg/ha})}{\text{EAN}(\text{kg/kg})} \quad (\text{kg/ha})$$

$$\text{Kebutuhan Pupuk P} \dots F_P = \frac{Y_T(\text{kg/ha}) - Y_{OP}(\text{kg/ha})}{\text{EAP}(\text{kg/kg})} \quad (\text{kg/ha})$$

$$\text{Kebutuhan Pupuk K} \dots F_K = \frac{Y_T(\text{kg/ha}) - Y_{OK}(\text{kg/ha})}{\text{EAK}(\text{kg/kg})} \quad (\text{kg/ha})$$

di mana: F_N, F_P, F_K adalah kebutuhan pupuk N, P, dan K. EAN, EAP, EAK adalah *efisiensi agronomi* N, P, dan K. Y_T adalah target hasil yang ingin diperoleh. Y_{ON}, Y_{OP}, Y_{OK} adalah hasil yang diperoleh, masing-masing pada tanaman yang tanpa N, P atau K pada petak omisi.

KESIMPULAN

1. Belum dilakukannya pemupukan kedelai dengan dosis optimal dan kebiasaan petani membawa brangkas tanaman pada saat panen ke luar areal pertanian mendorong neraca hara N, P, dan K di tanah mengalami keseimbangan negatif.
2. Terjadinya klorosis daun tanaman kedelai yang disebabkan oleh kahat K dan kemungkinan adanya gejala kahat tersamar unsur N dan P di beberapa lokasi lahan sawah sentra produksi kedelai memerlukan pemikiran perlunya tanaman kedelai diberi pupuk.
3. Optimasi pemupukan N, P dan K dapat dilakukan berdasarkan status hara tanah atau menggunakan pendekatan petak omisi berdasarkan nilai efisiensi agronomi. Dosis pemupukan dihitung menggunakan data status hara dan nilai efisiensi agronomi N, P, dan K pada lahan yang akan ditanami.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S., C. Witt dan T. Fairhurt. 2002. Petunjuk teknis. Pemupukan spesifik lokasi. Implementasi omission plot padi. Potash & Phosphate Institute (ESEAP), International Rice Research Institute (IRRI) dan Balai Penelitian Tanaman Padi (Balitpa). Sukamandi, Jawa Barat.
- Asanuma, K., T.B. Bayorbor, K. Kogure, J.O. Anim, and N. Suzuki. 1992. Studies on the response of nodulated soybean to N fertilizer. Japanese Journal of Crop Science. 61: 432-438.
- Adisarwanto, T. 1993. Pencegahan klorosis daun pada tanaman kedelai di lahan vertisol dengan pemberian unsur makro dan mikro. *Dalam*: Penelitian Komoditas dan Studi Khusus 1992. Prosiding Lokakarya.vol. 4 Palawija. AARP. p:475-484.
- Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008. Teknologi produksi kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi kayu, dan ubi jalar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Casanova, E.F. 2000. Phosphorous and potassium fertilization and mineral nutrition of soybean in Guarico State. Better Crops International. 14(2):6-9.
- Dawe, D., A. Dobermann, P. Moya, S. Abdulrachman, Bijay Singh, P. Lal, S.Y. Li, B. Lin, G. Panaullah, O. Sariam, Y. Singh, A. Swarup, P.S. Tan, and Q.X. Zhen. 2000. How widespread are yield declines in long-term rice experiments in Asia. Field Crops Research 66:175-193.
- Dobermann, A., K.G. Cassman, D.T. Walters, and C. Witt. 2005. Balancing short-term and long-term goals in nutrient management. Better Crops 89(4):16-18.
- Franzen, D.W. 1999. Soybean soil fertility. File://I:\Adopt\Soil%20fertility.htm. p.1-9.
- Ismunadji, M. and A.G. Manshuri. 1989. Soybean chlorosis caused by deficiency of potash. Better Crops International. p. 8-10.
- Lamond, R.E. and T.L. Wesley. 2001. In-season fertilization for high yield soybean production. Better Crops 85(2): 7-11.
- Manshuri, A.G., A. Widjanarko, dan A. Taufiq. 2007. Pengelolaan hara N, P, dan K pada tanaman kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balitkabi 2006.
- Manshuri, A.G. 2008. Panduan pemupukan N, P, dan K tanaman kedelai di lahan sawah. Agritek (17), edisi ulang tahun ke-18.

- Manshuri, A.G. 2010. Pemupukan N, P, dan K pada kedelai sesuai kebutuhan tanaman dan daya dukung lahan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 29(3): 171-179.
- Mutert, E.W. 2008. Plant nutrient balances in Asian and Pasific regions. The consequences for agricultural production. <http://www.Agnet.org/library/eb/415>.
- Randall, G.W., J.A. Vetsch, and T.S. Murrell. 2001. Soybean response to residual phosphorus for various placements and tillage practices. *Better Crops* 85(4):12-15.
- Snyder, C.S. 2000. Raise soybean yields and profit potential with phosphorus and potassium fertilization. *News and views*.
- Suwono, Marwoto, dan A.G. Manshuri. 1987. Pengaruh unsur hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lokasi gejala kuning di Ponorogo. *Penelitian Palawija* 2(2): 61-67.
- Yin, X. and T.J. Vyn. 2004. Critical leaf potassium concentrations for yield and seed quality of conservation-till soybean. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:1626-1634.