

PERANAN DAN PENGELOLAAN HARA KALIUM UNTUK PRODUKSI PANGAN DI INDONESIA

Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama

Dr. Ir. Subandi



**Balai Penelitian Tanaman Serealia (BALITSEREAL)
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Bandar Lampung, Oktober 2002

PERANAN DAN PENGELOLAAN HARA KALIUM UNTUK PRODUKSI PANGAN DI INDONESIA

Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama

Dr. Ir. Subandi



**Balai Penelitian Tanaman Serealia (BALITSEREAL)
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Bandar Lampung, Oktober 2002

RIWAYAT HIDUP



Subandi dilahirkan di Magetan, Jawa Timur pada tanggal 8 Januari 1953, sebagai anak pertama dari 10 bersaudara buah hati pasangan Bapak H. Muhammad Sudarman dan Ibu Hj. Kariyem yang berprofesi sebagai petani *tulen*. Menikah dengan Endang Ruliati pada tahun 1980, dan dikarunia empat anak: Andi Nur Cahyo, Anggit Ciptasari, Agung Mantep

Pribadi, dan Angger Galih Wisanggeni.

Menamatkan pendidikan dasarnya pada SD Negeri Krajan di Magetan tahun 1965, SMP Negeri I Magetan tahun 1968, dan SMA Negeri I Magetan tahun 1971. Kecintaannya yang kuat pada bidang pertanian, membimbingnya untuk melanjutkan pendidikan sarjananya di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) dan lulus (S1) pada tahun 1978.

Diangkat sebagai calon pegawai negeri Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian pada awal tahun 1979. Pada tahun yang sama, diberikan kesempatan untuk mengikuti kualifikasi Program Doktor di UGM, dan berlanjut untuk menyelesaikan Program Doktor dan lulus pada tahun 1987.

Mulai akhir tahun 1987 aktif bekerja sebagai peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Maros (nama Balai saat itu, selanjutnya sejak tahun 1994 berubah menjadi Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lain=Balitjas). Pada

tahun 1988 – 1994 dipercaya untuk menjadi Ketua Kelompok Penelitian Sistem Usahatani pada Balai yang sama. Pada kurun waktu tersebut (1988 –1994) berperan aktif dalam proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (P3NT) sebagai penanggungjawab program penelitian sistem usahatani ekosistem pulau Timor.

Selama 14 bulan, mulai Juli 2000, mendapat kepercayaan untuk menjadi Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kendari (sekarang BPTP Sulawesi Tenggara), dan selanjutnya dialih tugaskan menjadi Kepala Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lain sejak September 2001 hingga sekarang (sejak April 2002 nama Balai berubah menjadi Balai Penelitian Tanaman Serealia=BALITSEREAL).

Jabatan fungsional peneliti dalam bidang Budidaya Tanaman dititi sejak tahun 1991 sebagai Ajun Peneliti Madya. Berurutan menanjak menjadi Peneliti Muda tahun 1993, Peneliti Madya 1994, Ahli Peneliti Madya 1997, dan Ahli Peneliti Utama tahun 2000.

Tidak kurang dari 90 buah karya tulis ilmiah telah dihasilkan, baik sebagai penulis pertama maupun bersama dengan penulis lain, disampaikan pada berbagai kesempatan seminar, lokakarya, dan simposium baik di dalam maupun luar negeri, atau ditulis dalam sejumlah majalah ilmiah. Menjadi dewan redaksi beberapa majalah ilmiah seperti Agrikam (1989 – 1994), Penelitian Sistem Usahatani (1990 – 1993), Penelitian Pertanian (1998 – 2000) dan Titian Agronomi (1996 – sekarang).

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Selamat Siang dan Salam Sejahtera bagi kita semua.

Majelis Apu dan Hadirin yang saya hormati,

Mengawali acara ini, saya ingin mengajak hadirin sekalian untuk memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberi Rahmat dan Hidayah pada kita semua, sehingga dapat berkumpul di tempat ini, dalam rangka Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama diri saya dalam bidang Budidaya Tanaman pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Pada kesempatan yang terhormat ini, saya akan menyampaikan orasi ilmiah dengan judul :

PERANAN DAN PENGELOLAAN HARA KALIUM UNTUK PRODUKSI PANGAN DI INDONESIA

Dalam orasi ini ada enam bab yang akan diuraikan, yaitu :

- Pendahuluan
- Status Kalium pada Lahan Pertanian
- Peranan dan Kebutuhan Kalium pada Tanaman Pangan
- Dinamika Kalium dalam Sistem Tanah Tanaman
- Arti Penting dan Arahan Pengelolaan Kalium
- Kesimpulan dan Saran

P E N D A H U L U A N

Hadirin yang saya hormati,

Gagalnya Raja Mataram Sultan Agung dalam merebut Batavia dari cengkeraman VOC karena lumbung-lumbung penyimpanan bahan pangannya dibakar dan porak-porandanya Uni Soviet diantaranya karena ketersediaan pangan tidak mencukupi, merupakan sebagian bukti yang memperkuat pernyataan bahwa **"Pangan memang bukanlah segala-galanya, namun tanpa pangan tidak ada yang dapat diperbuat"**.

Jumlah penduduk Indonesia yang besar dan terus meningkat, dibarengi dengan membaiknya tingkat pendapatan, pendidikan dan kesadaran masyarakat atas pentingnya kesehatan bermuara kepada meningkatnya kebutuhan pangan dalam jumlah, ragam dan kualitas. Kini penduduk Indonesia sekitar 210 juta jiwa, dan diperkirakan pada tahun 2050 meningkat menjadi sekitar dua kalinya. Dengan perhitungan mudah, berarti kebutuhan pangan akan naik 100 persen, ini sungguh merupakan tantangan yang berat. Bukankah pada saat ini untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri Indonesia masih mengimpor beras, jagung, dan kedelai dalam jumlah besar berturut-turut sebanyak sekitar 3,1 juta ton, 1,5 juta ton, dan 1,3 juta ton per tahun. Tantangan tersebut terkait dengan berbagai hal sebagai berikut:

1. Lahan pertanian subur di Jawa yang kini sebagai penghasil utama bahan pangan (beras 57 persen, jagung 60 persen,

ubikayu 57 persen, kedelai 70 persen) (BPS, 2001) terus menyusut sekitar 97.000 ha per tahun (Rusastra *et al.*, 2002).

2. Upaya peningkatan produktivitas padi sebagai bahan pangan utama, secara signifikan semakin sulit dicapai di Jawa.
3. Sangat boleh jadi, karena pertimbangan perolehan pendapatan, di Jawa dengan pemilikan lahan yang sempit, petani akan beralih dari mengusahakan tanaman pangan ke tanaman bukan pangan yang harganya relatif baik.
4. Pengembangan lahan pertanian di luar Jawa sebagai salah satu solusi untuk mengatasi semakin beratnya produksi pangan yang banyak bertumpu di Jawa, telah dan akan terus banyak memanfaatkan lahan-lahan yang tanahnya kurang atau tidak subur.
5. Cekaman kekeringan potensial terus meningkat karena kemampuan ekosistem semakin menurun dalam menyediakan air dan kompetisi penggunaan air untuk keperluan bukan pertanian semakin besar.
6. Harga sarana produksi, diantaranya pupuk, relatif semakin mahal dibandingkan dengan harga produk komoditas pangan (Kasryno, 1998 dan Subandi *et al.*, 2002).

Hadirin yang berbahagia

Upaya peningkatan produksi pangan di Indonesia akan semakin tergantung pada pemenuhan penyediaan dan penggunaan pupuk untuk mencukupi kebutuhan unsur hara dalam tanah; tidak hanya N,P, dan S melainkan juga K. Ke depan,

perhatian terhadap pemberian dan pengelolaan hara K relatif semakin menjadi penting mengingat : (a) produksi pertanian yang intensif dalam jangka panjang berdampak meningkatkan areal pertanian yang membutuhkan pupuk K, (b) lahan pertanian di luar Jawa umumnya miskin K, (c) tidak ada endapan mineral sumber bahan baku pupuk K di Indonesia yang ekonomis untuk dieksplorasi, bahkan hanya sedikit di Asia (Sheldrick, 1985) sehingga pupuk K harus diimpor dengan harga potensial mahal, (d) dalam sistem lahan, selain melalui masukan irigasi, secara alamiah tidak ada mekanisme yang menghadirkan K ke lahan pertanian dalam jumlah signifikan, berbeda dengan N dan S yang dapat di suplai dalam jumlah memadai dari udara oleh mikrobia dan hujan, (e) K relatif mudah hilang melalui erosi dan pelindian (*leaching*), serta (f) ketersediaan K yang cukup bagi tanaman merupakan salah satu faktor penting dalam mengurangi gangguan hama, penyakit, dan kekeringan serta perolehan produk pertanian yang berkualitas.

Di Indonesia, perhatian terhadap pemberian hara K untuk produksi pertanian, terutama komoditas pangan relatif rendah atau tertinggal dibandingkan dengan hara N dan P. Hal ini disebabkan selain ketersediaan K dalam tanah terutama lahan sawah yang masih cukup, juga karena pupuk K relatif sulit diperoleh dan/atau harganya mahal, serta kurangnya pengertian tentang peranan K secara baik oleh sebagian besar petani dalam berusahatani.

Menyadari semua uraian di atas, dalam orasi ini, saya akan menyampaikan pandangan dan pemikiran sebagai bagian upaya dalam meningkatkan kesadaran atas pentingnya peranan hara K dan arahan pengelolaannya yang optimal untuk produksi pangan, utamanya bagi pihak yang terlibat dalam perencanaan dan pelaksanaan program peningkatan produksi pangan di Indonesia.

STATUS KALIUM PADA LAHAN PERTANIAN

Hadiri yang terhormat

Kandungan K tanah pada lahan-lahan produksi pangan cukup beragam. Namun secara umum tanah sawah lebih banyak mengandung K daripada tanah lahan kering. Hal ini sangat terkait dengan jenis tanah serta proses alamiah yang menentukan masukan dan keluaran K ke dan dari lahan. Lahan persawahan umumnya datar dan/atau sebagai wilayah pengendapan sehingga bahan induk tanahnya yang berupa bahan Alluvial adalah relatif subur. Dan selain itu, air irigasi juga mensuplai hara K yang jumlahnya sangat tergantung pada kadar K dalam air irigasi tersebut. Penelitian di 18 propinsi di Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Bali dan Lombok (Tabel 1) menunjukkan bahwa : (a) kandungan K dalam tanah sawah beragam: rendah, sedang dan tinggi, (b) walaupun secara dakhil, bahan induk tanah sawah di Jawa lebih subur daripada sawah di luar Jawa utamanya Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi, namun secara relatif persentase areal sawah yang tanahnya berkandungan K rendah

adalah lebih besar di Jawa, hal ini kemungkinannya sebagai akibat dari pengusahaan lahan yang intensif di Jawa dalam jangka panjang tanpa disertai pemberian K secara memadai, (c) sejalan dengan kejadian pada butir b, maka masalah kekurangan K dalam tanah-tanah sawah di luar Jawa, khususnya Sumatera dan Kalimantan, akan cepat muncul dengan peningkatan intensifikasi penggunaan lahan yang tidak disertai dengan pemberian hara K yang cukup, sebab gabungan antara areal yang berkadar K rendah dan sedang relatif lebih tinggi (Jawa 45,02 persen, Sumatera 62,44 persen dan Kalimantan 70,41 persen).

Terdapat sekitar 34,64 juta ha lahan kering yang potensial untuk pengembangan pertanian tanaman pangan dengan lereng lebih kecil dari 15 persen, yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Irian (Muljadi, 1977). Namun lahan kering tersebut sebagian besar merupakan lahan bermasalah dengan kendala utama kesuburan kimia dan fisika yang rendah sebab tanahnya didominasi oleh tanah-tanah tua seperti Podsolik dan Latosol yang keduanya mencakup 69,41 persen (Sudjadi dan Satari, 1986). Kemampuan penyediaan K tanah lahan kering tersebut yang dinyatakan dalam K- total dan K- dapat ditukar (*Exchangeable K*) umumnya rendah sekali (Sri Adiningsih S, 1986).

Tabel 1. Status hara K lahan sawah di 18 propinsi di Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Bali dan NTB berdasarkan peta skala 1:250.000

Pulau/Propinsi	Areal Status K (ha)			Jumlah (ha)
	Rendah	Sedang	Tinggi	
1. Jawa				
● Jawa Barat	225.625	496.250	491.490	1.213.365
● Jawa Tengah	175.050	330.000	674.294	1.179.344
● Jawa Timur	71.875	345.625	842.420	1.259.920
Sub Total	472.550 (12,94 persen)	1.171.875 (32,08 persen)	200.820 (54,98 persen)	3.652.629 (100,00 persen)
2. Sumatera				
● Aceh	12.071	56.505	228.528	297.258
● Sumatera Utara	10.135	430.633	89.695	530.463
● Riau	9.420	82.672	137.106	229.198
● Sumatera Barat	50.398	110.711	64.056	225.165
● Sumatera Selatan	12.910	261.290	155.666	429.866
● Jambi	19.595	139.935	104.951	264.481
● Bengkulu	28.392	40.432	21.024	89.848
● Lampung	104.048	53.825	55.210	213.082
Sub Total	246.969 (10,84 persen)	1.176.003 (51,60 persen)	856.290 (37,56 persen)	2.279.261 (100,00 persen)
3. Kalimantan				
● Kalimantan Selatan	66.252	261.333	137.636	465.225
Sub Total	(14,24 persen)	(56,17 persen)	(29,59 persen)	(100,00 persen)
4. Sulawesi				
● Sulawesi Selatan	26.669	89.070	465.281	51.020
● Sulawesi Tengah	31.980	32.921	91.865	156.766
● Sulawesi Utara	8.661	40.212	39.505	88.378
● Sulawesi Tenggara	22.063	34.809	13.237	70.109
Sub Total	89.373 (9,97 persen)	197.012 (21,98 persen)	609.888 (68,05 persen)	896.273 (100,00 persen)
5. Bali	-	-	91.571 (100,00 persen)	91.571 (100,00 persen)
6. Lombok (NTB)	-	-	122.485 (100,00 persen)	122.485 (100,00 persen)
Total	875.644 (11,66 persen)	2.806.222 (37,38 persen)	3.826.074 (50,96 persen)	7.507.440 (100,00 persen)

Sumber: Sofyan *et al.*, 2000.

PERANAN DAN KEBUTUHAN KALSIUM PADA TANAMAN PANGAN

Hadirin yang terhormat

Kalsium sebagai hara esensial dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, bahkan pada tanaman padi dan ubikayu melebihi kebutuhan N (Tabel 2). Meskipun diperlukan dalam jumlah banyak, K dalam tubuh tanaman tidak menjadi majemuk senyawa organik, melainkan dalam ion yang sebagian besar berada dalam cairan sel.

Tabel 2. Kebutuhan N,P, dan K pada padi, jagung, ubikayu dan kedelai

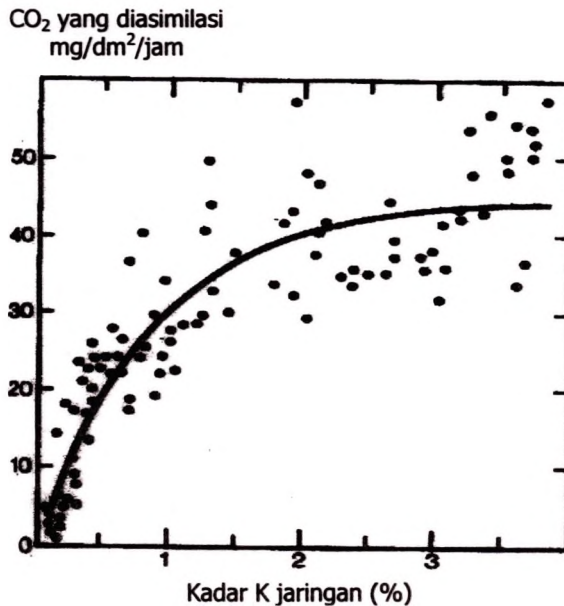
Jenis Tanaman	Hasil (t/ha)	Kebutuhan Hara (kg/ha)		
		N	P	K
1. Padi	9,8	218	31	258
2. Jagung	9,5	260	46	175
3. Ubikayu	30,0	120	40	187
4. Kedelai	1,0	49	7	21

Sumber: Cooke (1985)

Peranan K dalam tubuh tanaman bertalian erat dengan proses biofisika dan biokimia (Beringer, 1980). Dalam biofisika, K memegang peranan penting dalam pengaturan tekanan osmosis dan turgor, yang pada gilirannya berpengaruh besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan sel, serta membuka dan

menutup stomata. Gangguan membuka dan menutup stomata akibat tanaman kahat (*deficiency*) K akan menurunkan fotosintesis karena terganggunya pemasukan CO_2 ke daun. Tanaman yang cukup K lebih mampu mempertahankan kandungan air dalam jaringannya, sebab lebih mampu menyerap lengas dari tanah dan mengikat air melawan penguapan, sehingga tanaman lebih tahan terhadap cekaman kekeringan.

Dalam segi biokimia, peranan K bergandengan erat dengan 60 macam reaksi ensimatis. Diantaranya adalah ensim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan protein. Penyediaan K yang cukup sangat diperlukan dalam proses pengubahan tenaga surya menjadi tenaga kimia (ATP atau senyawa organik). Ada hubungan erat antara kadar K dalam jaringan dengan asimilasi CO_2 pada tanaman jagung (Gambar 1). Apabila tanaman kurang K, pengalihlokan (*translocation*) karbohidrat dari daun ke organ lainnya terhambat, sehingga hasil fotosintesis cenderung terlonggok dalam daun. Keadaan yang demikian akan menurunkan kecepatan fotosintesis itu sendiri (Hartt *dalam*: Mengel dan Kirkby, 1978).



Gambar 1. Kecepatan fotosintetis tanaman jagung dalam hubungannya dengan K jaringan (Smid & Peaslee dalam: Beringer, 1980).

Hadirin yang terhormat

Peran penting hara K dalam menentukan kualitas produk pertanian tampil dalam mempengaruhi komposisi kimia dan kenampakan fisik. Pembentukan protein pada tanaman yang kekurangan K akan terganggu. Kadar N protein menurun di satu pihak, sedangkan di pihak lain kadar N-bukan protein meningkat. Apabila kekurangan K sudah sampai pada tingkat yang serius, dalam jaringan tanaman banyak dijumpai nitrat dan amonium bebas, amide-amide, dan asam-asam organik. Kondisi ini akan menurunkan kualitas produk pertanian. Jika

keadaan demikian terjadi pada bahan pakan ternak pemamahbiak (*ruminant animal*), pengaruhnya buruk terhadap kesehatan ternak. Senyawa-senyawa N-bukan protein di dalam rumen akan lebih mudah dideaminasi (*deaminated*) dan akan terbentuk NH_3 yang bersifat racun bagi ternak (Tisdale dan Nelson, 1975). Jerami tanaman sereal (seperti padi dan jagung) yang kekurangan K tidak kuat, sehingga tanaman akan mudah rebah yang pada akhirnya akan menurunkan kuantitas dan kualitas hasil. Pemberian K yang cukup pada ubikayu selain meningkatkan bobot umbi, juga meningkatkan kadar pati dan menurunkan kandungan HCN dalam umbinya (Howeler, 1985).

Tanaman yang cukup K akan lebih tahan terhadap serangan penyakit. Pada Tabel 3 dapat dilihat beberapa penyakit pada padi, jagung, ubikayu dan kedelai yang tingkat serangannya menurun dengan perbaikan kecukupan K. Pengaruh positif unsur K pada ketahanan tanaman terhadap penyakit diantaranya melalui mekanisme peningkatan pembentukan senyawa fenol yang bersifat fungisida, dan menurunnya kandungan N anorganik dalam jaringan tanaman.

Keracunan besi (Fe) juga merupakan permasalahan penting pada pertanaman padi di lahan sawah bukaan baru di luar Jawa (Taher, 1990; Widjaja-Adhi, 1990). Dewasa ini, areal sawah bermasalah keracunan besi diperkirakan mencapai satu juta hektar (Syam dan Hermanto, 1995). Pemberian K yang cukup merupakan salah satu upaya untuk mengatasi keracunan besi sehingga produksi pertanaman padi meningkat tajam (Tabel 4).

Tabel 3. Beberapa penyakit pada padi, jagung, ubikayu dan kedelai yang serangannya menurun dengan perbaikan nutrisi K tanaman

Jenis Tanaman	Penyakit	Patogen
Padi	1. <i>Bacterial blight</i> 2. Busuk batang (<i>Stem rot</i>) 3. Bercak daun (<i>Leaf spot</i>) 4. Bercak daun coklat (<i>Brown leafspot</i>) 5. <i>Blast</i> 6. Bercak coklat (<i>Brown spot</i>)	● <i>Xanthomonas oryzae</i> ● <i>Helminthosporium sigmoideum</i> ● <i>Leptosphaeria salvinii</i> ● <i>Helminthosporium spp</i> ● <i>Cercospora oryzae</i> ● <i>Cochliobolus miyabeanus</i> ● <i>Pyricularia oryzae</i> ● <i>Ophiobolus miyabeanus</i>
Jagung	1. <i>Stewart's wilt</i> 2. Busuk akar (<i>Root rot</i>) 3. Busuk batang (<i>Stalk rot</i>) 4. Busuk batang (<i>Stem rot</i>)	● <i>Erwinia stewartii</i> ● <i>Gibberella saubineti</i> ● <i>Fusarium moniliforme</i> ● <i>Gibberella zeae</i> ● <i>Diplodia zeae</i> ● <i>Fusarium culmorum</i>
Ubikayu	1. Cassava bacterial blight	● <i>Xanthomonas manihotis</i>
Kedelai	1. Busuk polong (<i>Pod rot</i>) 2. <i>Purple seed stain</i>	● <i>Diaporthe sojae</i> ● <i>Cercospora kikuchii</i>

Sumber: Huber and Army, 1985.

Tanaman padi yang kekurangan K sel-sel akarnya banyak mengeluarkan eksudat dan menurun kemampuan oksidasinya sehingga meningkatkan suasana reduksi di daerah perakaran yang akhirnya meningkatkan kelarutan besi karena ion ferri (Fe^{3+}) yang sukar larut berubah menjadi ion ferro (Fe^{2+}) yang mudah larut.

Tabel 4. Pengaruh pemupukan N,P, dan K terhadap produksi padi sawah bermasalah keracunan besi di Tamanbogo. Lampung

Pupuk (kg/ha)			Hasil gabah (t/ha)	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Musim Kering 1987/88	Musim hujan 1988
90	-	-	0,569	0,533
90	90	-	0,407	0,684
90	-	60	1,624	0,700
90	90	60	1,732	1,761

Sumber: Ismunadji *et al.*, 1989.

DINAMIKA KALIUM DALAM SISTEM TANAH TANAMAN

Hadirin yang berbahagia

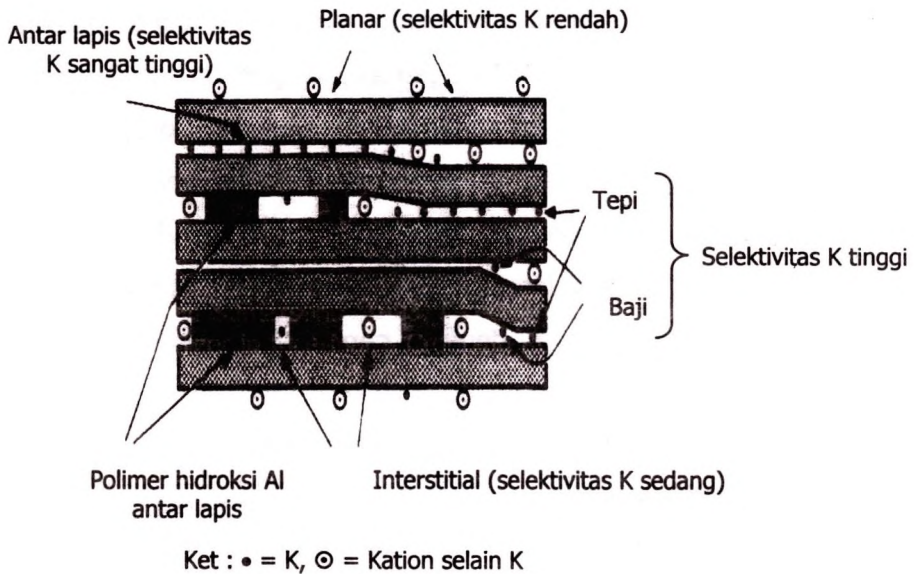
Membicarakan dinamika K pada dasarnya menyangkut perubahan bentuk dan tempat keberadaan K, sebagai dua aspek penting yang sangat menentukan ketersediaan K dalam tanah dan bagi tanaman.

Di dalam tanah terdapat empat bentuk K yang berada dalam keseimbangan dinamis, yaitu: (a) K terlarut (dalam lautan tanah), (b) K dapat dipertukarkan, (c) K tidak dapat dipertukarkan, dan (d) K mineral (Su, 1976). Dalam kaitannya dengan kemudahan bentuk K untuk diserap tanaman, maka (a) K terlarut dikenal sebagai K segera tersediakan, (b) K dapat dipertukarkan sebagai cadangan yang mudah di mobilisasikan, (c) K tidak dapat dipertukarkan atau K-tersemat (*fixed*) mineral lempung (*clay mineral*) sebagai K simpanan lambat disediakan, dan (d) K mineral

sebagai K cadangan semi permanent. Kalium terlarut plus K dapat ditukar hanya sekitar 1-2 persen dari total K dalam tanah, K tidak dapat ditukar sekitar 1-10 persen, dan K mineral 90-98 persen.

Reaksi K di dalam tanah cukup rumit (*complex*), karena berhubungan erat dengan reaksi permukaan atau pertukaran kation yang sangat tergantung pada watak tapak pertukaran (*exchange site*) dan keberadaan kation yang lain. Gambar 2 berikut memperlihatkan kedudukan dan watak tapak pertukaran pada mineral lempung.

Selektivitas pengikatan K oleh tapak pertukaran pada kedudukan planar (*planar*) adalah serupa dengan pengikatan K oleh tapak pertukaran pada bahan organik dan mineral lempung kaolinit. Di sini K terikat nisbi lemah, sehingga mudah diganti oleh kation lain seperti Ca dan Mg. Tapak yang berkedudukan pada ruang antar kisi atau antar lapis bertanggung jawab atas penyematan K (Mengel and Kirkby, 1978). Kalium yang dapat dipertukarkan, terutama terdiri atas K yang terikat oleh tapak pertukaran pada kedudukan tepi (*edge*), baji (*wedge*), dan planar (Grimme, 1979).



Gambar 2. Kedudukan tapak pertukaran pada mineral lempung illit (Rich *cit.* Grimme, 1979)

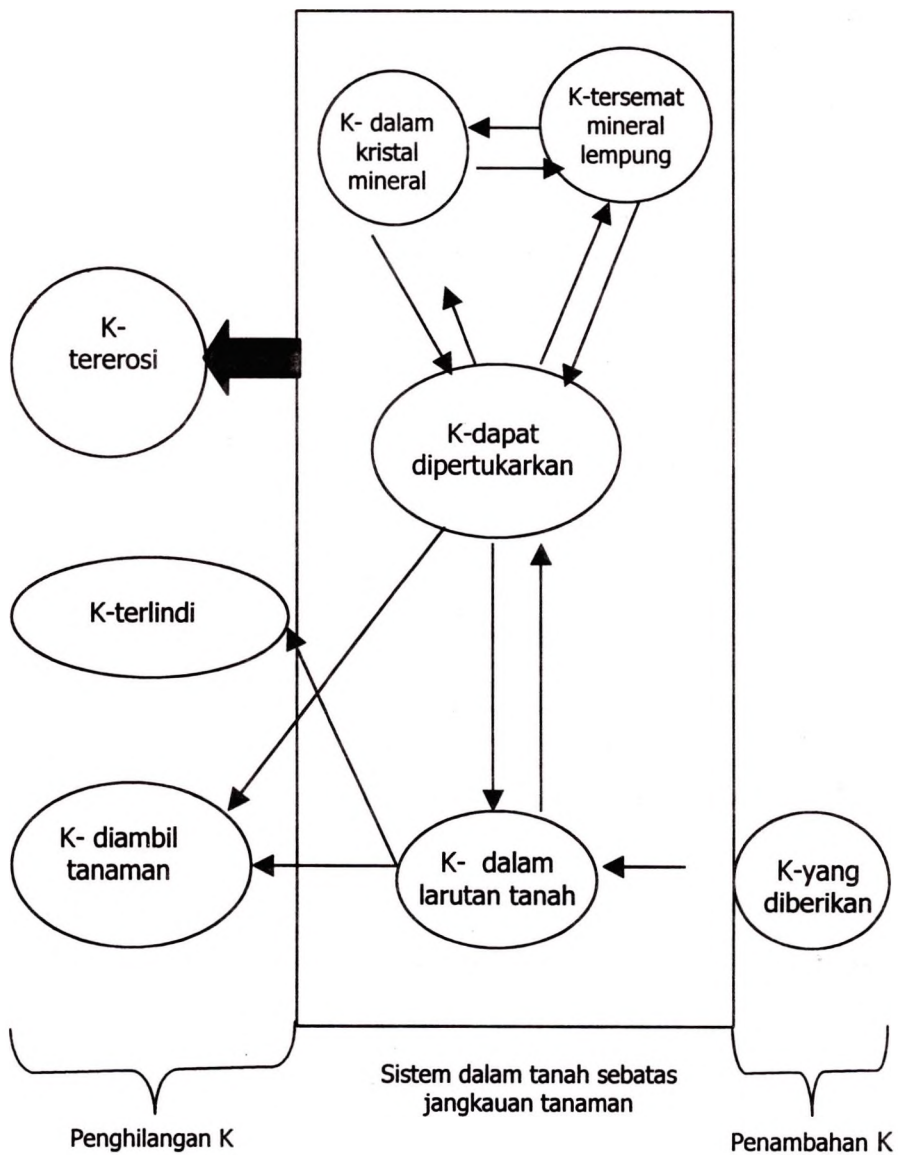
Percobaan Sparks *et al.* (1980) menunjukkan bahwa tanah jenuh Ca menyerap K lebih banyak daripada tanah jenuh Al, sebab Al lebih kuat terikat pada tapak pertukaran daripada Ca, sehingga K lebih sulit mengusir dan menggantikan kedudukan Al. Kejadian ini mempunyai implikasi luas di dalam pengelolaan hara K di dalam tanah.

Agar dapat diserap tanaman, unsur hara harus mencapai permukaan akar melalui tiga mekanisme yaitu pemotongan akar (*root interception*), aliran massa (*mass flow*), dan difusi (*diffusion*). Bagi hara K mekanisme yang paling

berperanan penting adalah difusi, kemudian berturut-turut disusul oleh aliran massa dan pemotongan akar yang masing-masing berkontribusi sekitar 71 persen, 26 persen dan 3 persen dari total K yang terserap tanaman (Barber *cit.* Corey, 1973). Mengingat pergerakan K ke permukaan akar yang menonjol melalui difusi, maka sangat tergantung pada kandungan dan kesinambungan massa lengas tanah, perbedaan konsentrasi K antara tempat sumber K dengan permukaan akar, dan jarak antara kedua tempat tersebut. Difusi K ke permukaan akar semakin cepat dengan peningkatan kadar lengas tanah, perbedaan kadar K yang semakin besar, dan jarak yang semakin pendek antar kedua tempat tadi. Fenomena ini penting untuk dipahami sebab terkait dengan aplikasi pengelolaan K dalam tanah agar optimal.

Hadirin yang berbahagia

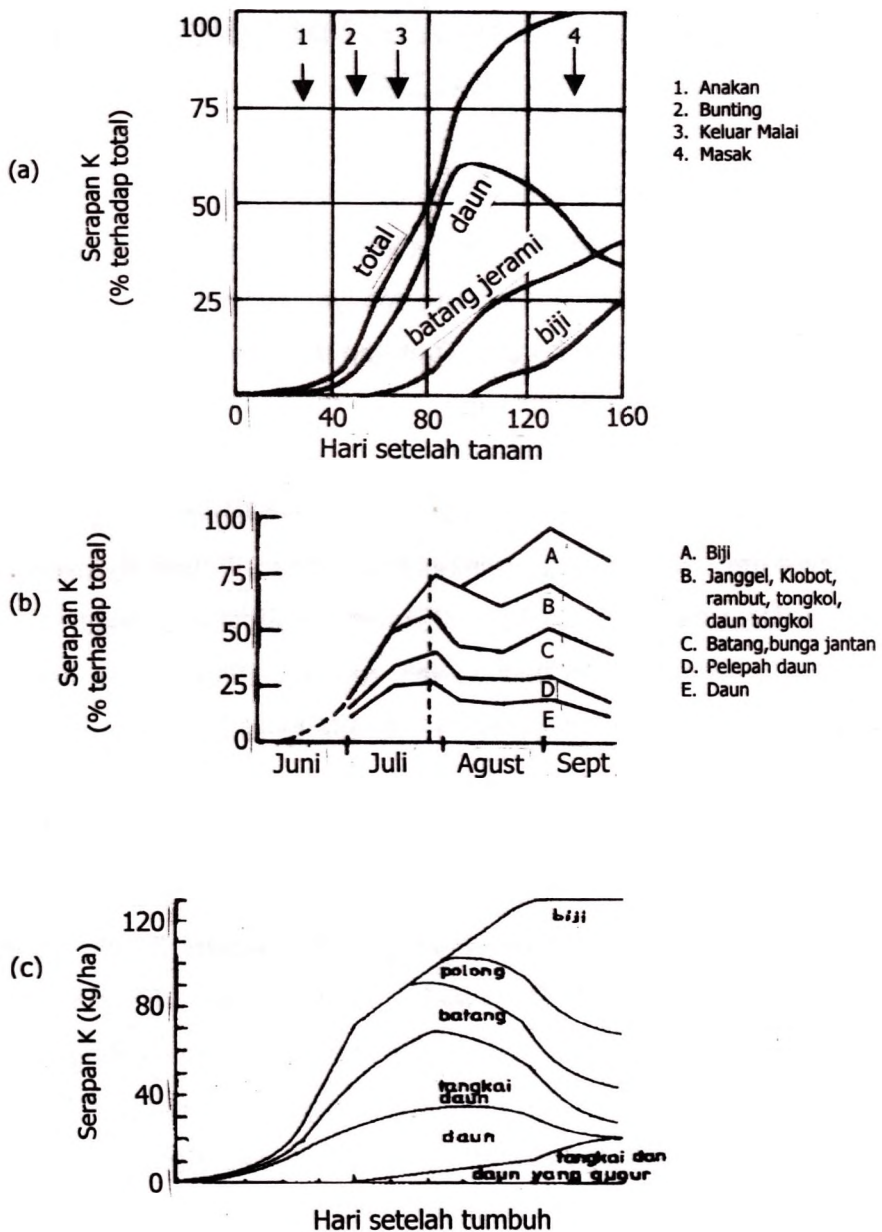
Gambar 3 merupakan modifikasi dan penyederhanaan keseimbangan berbagai bentuk K di dalam sistem tanah-tanaman. Apabila kadar K dalam larutan tanah menurun karena diambil tanaman atau terlindi, maka akan terjadi pelepasan K secara berantai dari K-dapat dipertukarkan, K-tersemat, dan K-dalam kristal mineral (melalui pelapukan). Jika kedalam tanah diberikan K-pupuk, maka K-pupuk sebagian akan menjadi K-larutan, kemudian menjadi K-dapat dipertukarkan, dan selanjutnya sebagian menjadi K-tersemat di antara kisi mineral lempung tipe 2:1 seperti illit, permiculit, dan montmorilonit.



Gambar 3. Keseimbangan berbagai bentuk K didalam sistem tanah-tanaman

Agar dapat mengelola K dengan baik, pola penyerapan K oleh tanaman perlu diketahui. Pola penyerapan K oleh tanaman padi, jagung dan kedelai dapat dilihat pada Gambar 4. Pola penyerapan K oleh padi, jagung dan kedelai sangat erat mengikuti pola pertumbuhan vegetatif (berat kering biomass). Sekitar 75 persen dari kebutuhan K-padi telah diambil sebelum fase bunting (*before booting stage*) dan 25 persen sisanya selesai terserap sebelum mulai pembentukan biji. Sebagian besar unsur K terdapat dalam jerami (daun + batang), yaitu sekitar 89 persen (De Datta and Mikkelsen, 1985); sedang pada jagung sekitar 79 persen K terdapat pada brangkasan (*Stover*) (Cooke, 1985).

Ada perbedaan antara pola penyerapan K pada padi dan kedelai. Penyerapan K oleh padi telah berhenti setelah tanaman mulai masuk fase pembentukan biji, sedangkan penyerapan K oleh kedelai tetap berlangsung hingga pemasakan polong. Bedanya yang lain adalah bahwa sebagian besar K yang terserap tanaman padi terdapat dalam jerami/brangkasan, 89 persen (De Datta and Mikkelsen, 1985); sedangkan pada kedelai jumlah K yang terdapat dalam brangkasan dan biji berkisar sama, masing-masing 50 persen (Hanway and Johnson, 1985).



Gambar 4. Pola penyerapan K pada padi (a), jagung (b), dan kedelai (c)

ARTI PENTING DAN ARAHAN PENGELOLAAN KALIUM

Hadirin yang terhormat,

Kebutuhan produk pertanian dalam jumlah besar dan semakin berkualitas menuntut adanya peningkatan perhatian terhadap pengelolaan hara K. Tuntutan ini tidak berlebihan karena pertimbangan sebagai berikut:

Hara K relatif paling banyak diserap tanaman pangan, terutama komoditas sereal seperti padi dan jagung yang sedang dan akan terus dipacu peningkatan produktivitas/produksinya. Atas dasar data serapan hara K seperti pada Tabel 2, maka untuk rata-rata produktivitas padi sawah, jagung, ubikayu, dan kedelai nasional yang masing-masing 4,7 t, 2,7 t, 12,2 t, dan 1,2 t/ha, akan terserap hara K berturut-turut sebanyak 122,4 kg, 49,7 kg, 76,0 kg, dan 25,6 kg/ha; nilai ini setara dengan 235,4 kg, 95,7 kg, 146,3 kg, dan 49,3 kg KCl/ha.

Kalau ingin menganut strategi **Pertanian Hasil Tinggi Berkelanjutan (*High Yield Sustainable Agriculture*)**, angkutan K yang besar tersebut belum memperoleh tanggapan yang sepadan. Dewasa ini rata-rata penggunaan pupuk KCl pada areal padi sawah di Indonesia baru 25 kg/ha (Budianto, 2002). Jumlah ini jauh dibawah angkutan hara K oleh pertanaman padi. Tidak usah dibandingkan dengan Negara maju di kawasan Asia seperti Jepang dan China, dibandingkan dengan negara tetangga dekat yang kurang maju seperti Vietnam, Indonesia masih kalah

dalam menggunakan pupuk K. Takaran pupuk K pada pertanaman padi di Indonesia hanya sekitar 50 persen dari takaran pupuk padi di Vietnam (Fairhurst, 2002). Maka dapat dimaklumi kalau kualitas produk-produk pertanian dari Indonesia kalah bersaing. Dalam hal ini salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya penggunaan pupuk K.

Hadirin yang terhormat,

Pada kondisi seperti di atas, kita tidak perlu mencari siapa yang salah, yang dapat diterima barangkali merenung sambil bertanya: **Mengapa petaniku miskin; dan Apa salahku, negeri ini tidak dianugrahi deposit bahan pupuk K yang banyak seperti halnya di Kanada,** agar pupuk K dapat diperoleh dengan mudah dan harga terjangkau. Semua keluhan di atas tidaklah bermanfaat, yang lebih penting adalah mencari upaya untuk mengelola secara optimal sumberdaya yang kini kita miliki dan kuasai.

Kembali ke penggunaan pupuk K pada padi sawah, dewasa ini berkembang dua pandangan, atau dua program, ataupun juga dapat disebut sebagai anjuran, yang kalau dicermati terasa **kurang sejalan**. Suatu hasil penelitian telah menyebutkan bahwa dari areal pertanaman padi sawah seluas 7,5 juta hektar yang diteliti teridentifikasi areal yang berstatus K rendah sekitar 0,86 juta hektar (11,70persen), berstatus K sedang 2,80 juta hektar (37,40 persen), dan yang berstatus K tinggi 3,83 juta hektar (51,00 persen).

Dalam suatu program uji tanah yang terkoordinasi dengan melibatkan BPTP di daerah, sesuai dengan panduan, arahan takaran pemberian pupuk KCl pada padi adalah sebagai berikut: (a) areal berstatus K tinggi dipupuk 25 – 50 kg/ha, (b) areal berstatus K sedang 50 – 75 kg/ha, dan (c) areal berstatus K rendah 100 kg KCl/ha. Ada kelompok pemikiran yang lain, kelompok ini direpresentasikan oleh pemikiran yang mempersoalkan diproduksi dan dipasarkannya pupuk majemuk N,P,K yang sebagian berkomposisi N 15 persen: P_2O_5 15 persen: K_2O 15 persen.

Dua pandangan tersebut sama-sama mengedepankan maksud kehati-hatian, namun nuansanya berbeda. Pandangan pertama kehati-hatiannya ditujukan agar status K tanah tetap terjaga, tidak cepat menurun; sedangkan pandangan kedua dimaksudkan supaya tidak terjadi pemborosan, agar petani tidak memberi hara yang tidak diperlukan. Pemberian 100 kg/ha pupuk majemuk N: P: K (15%: 15%: 15%), berarti ke dalam tanah diberikan kurang lebih 30 kg KCl/ha, takaran ini mendekati dengan panduan untuk memupuk 25-50 kg/ha KCl pada tanah berstatus K tinggi. Kelompok kedua, pasti tidak menganjurkan penggunaan pupuk N: P: K (15%: 15%: 15%) pada tanah yang berstatus K tinggi. Selanjutnya bagi praktisi di lapangan: **yang mana harus dianut?**

Hadirin yang terhormat,

Menyikapi persoalan di atas, jalan tengah harus ditempuh; yakni dengan membagi status hara K dalam tanah secara lebih rinci, misalnya menjadi lima klas yakni: sangat tinggi, tinggi,

sedang, rendah, dan sangat rendah. Dengan tetap menggunakan metode ekstraksi yang sama (HCl 25 persen), batasan masing-masing klas disusun. Dari pekerjaan analisis tanah, pembagian klas status K dari tiga menjadi lima klas adalah tidak membebani. Tambahan kecil pekerjaan mungkin hanya pada analisis dan pengelompokan data, serta penuangannya ke dalam peta. Jika hal ini dapat dilakukan, maka untuk klas status K- sangat tinggi, anjurannya adalah lahan tidak perlu mendapat tambahan pupuk KCl, sedangkan klas-klas lain takarannya dapat ditetapkan sesuai dengan tujuan memperoleh produktivitas tanaman yang optimal dengan tetap mempertahankan kesuburan K- tanah. **Mohon dimaklumi bahwa ini adalah sekedar sumbang pikir**, yang mungkin ada manfaatnya.

Dalam mengelola unsur hara, apalagi K, prinsipnya harus menganut azas **berikan secukupnya** dan **berlaku hemat**. **Berikan secukupnya** bermakna: **ditambah sesuai dengan kebutuhan**, yang sangat tergantung pada jenis tanah/status K-tanah, jenis tanaman, dan tingkat hasil yang ingin dicapai. Bagi hara K hal ini perlu dicermati sebab adanya fenomena **konsumsi mewah (*Luxury consumption*)**, yakni tanaman menyerap hara melebihi kebutuhan yang diperlukan untuk pertumbuhan optimumnya (Tisdale *et al.*, 1985). Di sini kelebihan K yang diserap tidak berarti lagi bagi peningkatan pertumbuhan/hasil tanaman, dan sulit untuk dikenali secara pengawatan biasa (indra manusia), sehingga pemborosan. Oleh sebab itu, uji tanah merupakan hal yang penting. Langkah-langkah dan strategi

pemupukan berdasarkan uji tanah dalam mengimplementasikan pemupukan berimbang spesifik lokasi telah disampaikan dengan baik oleh Saudara Suyanto (2002) dalam Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama beberapa waktu yang lalu, sehingga tidak perlu diulang.

Peta status K tanah memang sangat diperlukan sebagai panduan dalam mengarahkan pemupukan K. Dalam penerapannya di lapangan, peta status K tanah tentunya masih memerlukan kalibrasi atau verifikasi lapangan. Untuk tujuan **pemupukan regional spesifik lokasi**, pekerjaan verifikasi tersebut harus dilakukan pada banyak tempat dan dengan melibatkan langsung para petani. Dalam pelaksanaannya petani harus memperoleh pendampingan secara cukup misalnya dari para penyuluh lapangan. Hanya sayangnya, di banyak tempat para penyuluh kurang diberdayakan.

Hadirin yang saya hormati,

Berlaku hemat, menyangkut dua himbauan penting yakni: **janganlah menyalakan sesuatu selagi ada manfaatnya** dan **cegahlah kehilangan**. Bagi pengelolaan hara K, himbauan pertama sangat gayut (*relevan*) dengan pemanfaatan sisa-sisa tanaman atau limbah pertanian, misalnya jerami padi, brangkas jagung, dan brangkas kedelai. Di muka telah disebutkan, bahwa berdasarkan rata-rata produktivitas pertanaman yang dicapai dewasa ini, padi 4,7 t/ha menyerap 122,4 kg K/ha, jagung 2,7 t/ha mengambil 49,7 kg K/ha, dan kedelai 1,2 t/ha mengangkut 25,6

kg K/ha. Sesuai dengan data yang disebutkan di depan, bahwa 89% K yang diambil pertanaman padi berada di dalam jerami, 79% K yang diserap jagung dalam brangkasannya, dan sekitar 50% K yang diangkut kedelai dalam brangkasannya, maka banyaknya K dalam jerami padi, brangkasannya jagung, dan brangkasannya kedelai berturut-turut adalah 108,9 kg K, jagung 39,3 kg K dan kedelai 12,8 kg K/ha.

Data tersebut di atas menunjukkan bahwa jerami padi dan brangkasannya jagung merupakan sumber hara K yang cukup potensial. Membiarkan atau mengembalikan jerami dan brangkasannya jagung ke lahan pertanian tentu sangat bermanfaat dalam mempertahankan kesuburan tanah. Unsur K yang terdapat dalam jerami/brangkasannya adalah cepat larut melalui proses pelapukan dan dekomposisi. Hampir seluruh K jerami akan dilepaskan dalam waktu 30 hari setelah jerami ditanamkan ke dalam tanah tergenang (De Datta dan Mikkelsen, 1985).

Hadirin yang berbahagia,

Dewasa ini upaya pemanfaatan limbah dan sisa pertanian untuk pakan ternak semakin mendapat perhatian. Jika disuruh memilih alternatif pemanfaatan jerami/brangkasannya : **untuk pupuk** atau **untuk pakan**. Jawaban yang tepat adalah: **untuk pakan** dan **dilanjutkan untuk pupuk (pupuk kandang)**. Ini merupakan contoh keterpaduan dalam memanfaatkan sumberdaya pertanian.

Hara K dalam jerami sebagian akan hilang sewaktu di makan tenak, namun tidak banyak, sekitar 90 persen K asal jerami didapattkann kembali dalam kotoran ternak (Tisdale dan Nelson, 1975). Namun demikian untuk memperoleh sejumlah hara K tertentu, pupuk kandang yang diperlukan akan lebih banyak sebab kadar K dalam pupuk kandang lebih rendah daripada jerami sebagai akibat meningkatnya kadar air dalam pupuk kandang, yakni 50 – 80 persen (Tisdale dan Nelson, 1975). Secara pukul rata (*average*) setiap ton pupuk kandang mengandung 10 kg K (Tisdale, 1965 dan Agus, 1999). Dari pertimbangan pasokan K, pemberian 5 ton/ha pupuk kandang hampir setara dengan 100 kg pupuk KCl/ha.

Memanfaatkan sisa hara dari pemupukan pertanaman sebelumnya juga merupakan bagian dari sikap berlaku hemat. Pupuk K yang diberikan pada suatu pertanaman tidak seluruhnya habis termanfaatkan dan/atau hilang sewaktu satu pertanaman yang bersangkutan (Su, 1976). Menyadari hal itu, maka dalam pengelolaan hara K penerapan pemupukan dengan pendekatan perspektif pola tanam merupakan langkah yang strategis karena dapat mengefisienkan pemupukan K. Penelitian Suyamto dan Sumarno (1992) dan subandi *et al.* (1998) telah membuktikan kebenaran tersebut.

Hadirin yang berbahagia,

Menekan kehilangan K dari lahan atau zone jangkauan akar melalui erosi dan pelindian perlu mendapat perhatian , utamanya pada lahan kering dan tanah bertekstur ringan. Kehilangan hara K tersebut merupakan hal yang serius bagi lahan kering pada lingkungan tropika-basah seperti di Sumatera, Kalimantan, Irian dan Sulawesi. Beberapa hal yang menjadi dasar pertimbangan adalah :

- (a) Tanah pada lingkungan tersebut umumnya miskin K, dan hara K terkonsentrasi pada lapisan tanah atas (0-25 cm),
- (b) Sifat dakhil tanahnya mudah tererosi, sehingga kehilangan K melalui erosi tanah permukaan potensial tinggi,
- (c) Kapasitas tukar kation tanah (didominasi Podsolik Merah-Kuning dan Latosol) umumnya rendah dan tapak pertukarannya dikuasai Al, sehingga unsur K relatif tidak kuat dipegang tanah dan karenanya kehilangan K melalui pelindian potensial tinggi (Subandi *et al.*, 1987 dan 1989).

Untuk menekan erosi tanah dan kehilangan hara melalui aliran permukaan, penerapan konservasi dengan budidaya lorong (*alley cropping*) ternyata sangat efektif (Tabel 5). Kendatipun tidak begitu signifikan, perlakuan mulsa dan tanpa olah tanah juga berpengaruh positif dalam menekan kehilangan K melalui erosi.

Tabel 5. Pengaruh praktek budidaya terhadap erosi dan kehilangan K*)

Budidaya	Aliran permukaan**) (mm)	Tanah tererosi (t/ha)	Kehilangan hara (kg/ha)		
			N	P	K
1. Tanaman lorong***)	371	141	296	2,4	66
2. Tanaman lorong, diolah tidak diberi mulsa	209	24	47	0,4	34
3. Tanaman lorong, diolah diberi mulsa	88	3	11	0,1	9
4. Tanaman lorong, tidak diolah, diberi mulsa	99	2	14	0,1	4

*) Kejadian dari 1989-1991

**) Curah hujan 2.286 mm/tahun

***) Tanaman pagar hidup/lorong: *Desmanthus vulgaris*

Sumber: Comia *et al. cit.* Agus, 1999.

Hadirin yang terhormat,

Kehilangan K melalui pelindian (*leaching*) yang potensial besar merupakan salah satu kendala penting bagi usaha pertanian intensif pada lingkungan tropika basah yang umumnya tanahnya didominasi jenis Podsolik (Ultisol). Hal tersebut diatas dialami oleh Pleysier *et al.* (1979) di Afrika Barat. Jumlah K yang terlindi bervariasi tergantung selain pada jenis tanah dan curah hujan, juga kondisi/pertumbuhan vegetasi/pertanaman dan cara budidaya. Pengamatan Villaticha (*cit.* Ritchey, 1979) menunjukkan pelindian K yang bervariasi antara 90 – 238 kg K/ha.

Untuk mengurangi jumlah K yang terlindi dari dalam tanah lingkungan tropika basah dapat ditempuh melalui:

- (a) Penurunan tingkat kejenuhan Al dan atau peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, misalnya dengan pemberian bahan organik dan/atau pemberian kapur.

Meskipun KTK tanah tidak meningkat, pemberian kapur yang dapat menurunkan tingkat kejenuhan Al, dapat menekan pelindian K, sebab efektivitas penyerapan K oleh tapak pertukaran meningkat (Subandi *et al.*, 1987 dan 1989). Dalam hal ini yang menjadi persoalan adalah jumlah kapur yang dibutuhkan, yakni sekitar 4-5 t/ha, jumlah yang sulit untuk diadakan petani. Pemberian kapur secara terbatas pada alur atau baris tanaman pada bagian mana pupuk K juga akan diaplikasikan adalah memberi peluang yang lebih besar dalam aplikasinya, mungkin cukup hanya dengan 1 ton kapur/ha.

- (b) Mengusahakan tanaman sebagai anti pelindian. Pelindian K lebih rendah jika lahan di tanami. Tanaman selain memperkecil jumlah K yang potensi terlindi juga mengurangi potensi air perkolasi karena diserap tanaman. Keberadaan pagar hidup pada pertanaman lorong adalah penting dalam kaitannya dengan peristiwa ini. Pagar hidup berupa pohon yang memiliki perakaran dalam berfungsi sebagai pemompa unsur K. Kalium yang terlindi ke bawah di luar jangkauan akar tanaman budidaya akan diserap oleh akar tanaman pagar hidup kemudian dikembalikan ke permukaan tanah melalui mekanisme penguguran daun dan/atau pasokan biomass. Penggunaan lamtoro varietas K- 28 sebagai pagar hidup yang ditanam dengan jarak antar barisan 4 m dengan frekuensi pemangkasan sebanyak 5 kali dalam setahun dihasilkan biomass kering 5,0 – 6,5 ton/ha yang mengandung 150 kg K (Kang *et al.*, 1985).

Pengalaman mengajarkan bahwa dalam prakteknya tidaklah mudah mengajak petani menerapkan budidaya lorong, jika hanya ditawari oleh kelebihan pertanaman lorong dalam menekan erosi dan sumber bahan organik/pupuk. Peluangnya yang lebih menarik bagi petani adalah mengintegrasikan pertanaman lorong dengan pengusahaan ternak. Dalam budidaya pertanian seperti tersebut akan terjadi aliran energi/materi : **Biomass pangkasan tanaman pagar hidup (misalnya lamtoro atau gamal) ----> untuk pakan ternak (sapi, kambing) --> pupuk kandang -> sumber hara tanaman.**

Hadirin yang berbahagia,

Kondisi aerasi dan lengas tanah sangat menentukan efektivitas penyerapan K oleh akar tanaman. Penyerapan K menurun pada tanah berdrainase buruk, padat, dan kurang oksigen. Anjuran mengairi lahan sawah secara berkala (*intermittent*) rupanya sejalan dan berkenaan dengan perbaikan lingkungan perakaran untuk meningkatkan penyerapan K.

Mengupayakan kandungan lengas tanah lapisan atas dalam jumlah cukup merupakan hal penting dalam mengelola hara K bagi tanaman pangan yang sebagian besar akar efektifnya berada pada lapisan 30 cm teratas, apalagi jika dikaitkan dengan ketersediaan K pada lahan kering lingkungan tropika basah yang umumnya terkonsentrasi pada tanah lapisan atas. Kemampuan

tanah untuk menyimpan lengas perlu ditingkatkan, diantaranya yang penting ialah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan infiltrasi air hujan dengan jalan memperlambat aliran permukaan air hujan melalui pembuatan teras, misalnya teras gulud.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hadirin yang saya hormati,

Sebelum menyudahi orasi ini, saya akan menyampaikan secara ringkas pokok-pokok pikiran dalam mencermati pentingnya peranan dan pengelolaan hara K dalam produksi pangan, sebagai berikut:

1. Ke depan, produksi pertanian/pangan di Indonesia akan bergeser dan banyak memanfaatkan lahan di luar Jawa yang kurang subur, termasuk miskin hara K.
2. Upaya peningkatan produksi pangan yang semakin besar, beragam, dan berkualitas hanya akan tercapai apabila disertai dengan pemberian pupuk atau hara tanaman yang memadai, diantaranya K.
3. Di Indonesia, penggunaan pupuk K relatif rendah dan tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain yang sepadan di Asia Tenggara, apalagi dengan negara maju. Hal ini perlu dikaji dan ditangani dalam upaya perbaikannya, sebab kecukupan pemberian pupuk K sangat menentukan kualitas produk

pertanian sebagai salah satu ukuran penting dalam merebut pasar yang akan semakin berkompetisi.

4. Pengelolaan hara K harus dilakukan dengan baik, agar sumberdaya yang harganya relatif mahal ini dapat dimanfaatkan secara optimal.
5. Beberapa upaya penting dalam mengoptimalkan pengelolaan/pemanfaatan hara K adalah :
 - (a) Membuat peta status ketersediaan K tanah berdasarkan uji tanah dan memilahkan klas-klas status K tanah secara lebih rinci, sebagai panduan rekomendasi penggunaan K spesifik lokasi.
 - (b) Memanfaatkan sisa-sisa/limbah pertanian yang banyak mengandung K seperti jerami padi, brangkasan jagung, kedelai, dan pupuk kandang.
 - (c) Menekan kehilangan K melalui erosi dan pelindian dengan menerapkan usahatani konservasi/pertanaman lorong yang diintegrasikan dengan pemeliharaan ternak.
 - (d) Mengupayakan agar aerasi dan lengas tanah lapisan atas pada kondisi optimal untuk aktivitas dan penyerapan hara oleh akar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang berbahagia,

Akhirnya, pada kesempatan ini, perkenankanlah saya untuk menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mengkondisikan dan membantu saya sehingga saya dapat meraih jenjang fungsional peneliti tertinggi.

Rasa bhakti dan penghargaan khusus dipersembahkan kepada kedua orangtuaku, bapak H. M. Sudarman dan ibu Hj. Kariyem; mereka adalah pihak pertama yang membisikan teka-teki keilmuan dan rasa kecintaan penulis yang mendalam terhadap bidang pertanian. Hal yang sama juga saya sampaikan kepada bapak dan ibu mertua; bapak H. Komari dan ibu Sukini (almarhumah) atas dorongan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis sewaktu menyelesaikan program Doktor.

Terima kasih yang mendalam kami sampaikan kepada Pimpinan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan Pimpinan Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan atas kesempatan, kepercayaan, bimbingan dan pemberian fasilitas sehingga saya dapat melanjutkan program pasca sarjana dan melakukan kegiatan penelitian secara lancar.

Secara khusus penghargaan dan ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Pembimbing dan promotor saya yaitu Prof.Dr.Ir. Tejoyuwono Notohadiprawiro, Dr. Ir. Soeprpto Soekodarmodjo (almarhum) dan Dr. Ir. Bostang Radjagukguk

2. Prof. Dr. Ir. Ibrahim Manwan, Dr. Ir. Farid A. Bahar, Dr. Ir. A. Hasanuddin, dan Dr. Ir. E.O. Momuat atas dorongan dan bimbingannya untuk selalu bekerja keras dan berbuat yang terbaik.
3. Rekan-rekan sejawat di tempat saya pernah dan sedang bekerja di : Proyek P3NT/BPTP Nusa Tenggara Timur, BPTP Sulawesi Tenggara, dan BALITSEREAL (BALITJAS) atas semangat kerjasama dan saling membantu.
4. Bapak Ketua LIPI dan Panitia Jabatan Fungsional Peneliti atas kepercayaannya memberikan jenjang Ahli Peneliti Utama Bidang Budidaya Tanaman kepada saya.
5. Istriku, Endang Ruliati; dan ke empat anakku: Andi Nur Cahyo, Anggit Ciptasari, Agung Mantep Pribadi, dan Angger Galih Wisanggeni atas pengertian, kesabaran, dan keikhlasannya dalam mendampingi saya sehingga memberikan semangat untuk berkarya.
6. Kepada adik-adikku atas dorongan dan doa-restunya ikut mengantarkan ke pencapaian ujung Jenjang Fungsional Peneliti.

Selanjutnya saya sampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh hadirin atas perhatian dan kesabarannya mengikuti orasi saya. Semoga apa yang saya sampaikan dapat diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Sekian dan Terima kasih.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. 1999. Kontribusi Bahan Organik untuk Meningkatkan Produksi Pangan pada Lahan Kering Bereaksi Masam, p. 8-18. *Dalam: Seminar Nasional Sumber Daya Lahan (Kumpulan Ringkasan)*. Cisarua, 9 – 11 Februari 1999. Cisarua, 9-11 Februari 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Beringer, H. 1980. The Role Of Potassium in Crop Production, p. 25-32. *Dalam: Proceeding of the International Seminar (ed)*. The Role of Potassium in Crop Production, 12 and 13 November 1979. Pretoria, Republic of South Africa.
- BPS, 2001. Statistik Indonesia 2000. BPS-Jakarta. 590 p.
- Budianto, J. 2002. Penggunaan Pupuk Berimbang untuk Meningkatkan Produksi Pertanian dan Pendapatan Petani di Indonesia. Makalah disampaikan pada "Lokakarya Penggunaan Pupuk Berimbang", Jakarta, 25 Juni 2002.
- Cooke, G.W. 1985. Potassium in the Agricultural Systems of the Humid Tropics, p. 21-28. *Dalam: Potassium in the Agricultural Systems of the Humid Tropics. Proceeding of the 19th Colloquium of the International Potash, Institute Held in Bangkok/Thailand*.
- Corey, R.B. 1973. Factor Affecting the Availability of Nutrient to Plant, p. 23-33. *Dalam: L.M. Wals and J.D. Beaton (ed.)*. Soil Testing and Plant Analysis Soil. Sci. Soc. Am., Inc., Madison, USA.
- De Datta, S.K. and D.S. Mikkelsen. 1985. Potassium Nutrition of Rice. P. 665-699. *Dalam: Munson (ed.)*. Potassium Nutrition of Rice.
- Fairhust, T. 2002. Balanced Fertilization in Indonesia. Paper for a Workshop on Balanced Fertilization Organized by the Indonesian Fertilizer Association, Jakarta, June 2002.
- Grimme, H. 1979. Factors Controlling Potassium Availability to Plants, p. 33-42. *Dalam: Proceeding of the Joint International Seminar*. The role of Potassium in Crop Production. Pretoria, Republic of South Africa.

- Hanway, J.H. and J.W. Johnson. 1985. Potassium Nutrition of Soybeans, p. 753-764. *Dalam: Munson (ed.). Potassium in Agricultural. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Howeler, R.H. 1985. Potassium Nutrition of Cassava. P. 819-841. *Dalam: Munson (ed.). Potassium in Agricultural. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Huber, D.M. and D.C. Army. 1985. Interaction of Potassium with Plant Diseases, p. 467-488. *Dalam: Munson(ed.). Potassium in Agricultural. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Ismunadji, M.W.S. Ardjasa, and H.R. Von Vexhull. 1989. Increasing Productivity of Lowland Rice Grown on Iron Toxic Soils. Paper presented at International Symposium on Rice Production on Acid Soils of the Tropics, Kandy, Sri Lanka, 26-30. June 1989.
- Kang, B.T., G.F. Wilson, and T.L. Lowson. 1985. Alley Cropping A Stable Alternative to Shifting Cultivation. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. 22 p.
- Kasryno, F. 1998. National Fertilizers Policies to Support Food Security. National Soil Summit. Jakarta, 26 Februari 1998.
- Muljadi, D. 1977. Sumberdaya Tanah Kering, Penyebaran, dan Potensinya untuk Kemungkinan Budidaya Pertanian. Makalah Utama pada Kongress Agronomi I. Jakarta, 27-29 Oktober 1977.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1978. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Worblaufen-Beru, Switzerland. 593 p.
- Pleysier, J.H., A.S.R. Juo, and A.J. Herbillon. 1979. Ion Exchange Equilibria Involving Aluminum in kaolinitic Ultisol. Soil. Sci. Soc. Am. J. 43: 875-880.
- Ritchey, D.K. 1979. Potassium Fertility in Oxisol and Ultisol of the Humid Tropics. Cornell International Agriculture Bulletin 37. Cornell University, Ithaca, New York. 44 p.

- Rusastra, I.W., P. Simatupang, B. Rachman, N. Syafa'at, T. Pranadji, dan M. Rachmat. 2002. Prospektif Pembangunan Pertanian Tahun 2000-2004. p.48-89. *Dalam: T. Sudaryanto et al (ed). Analisis Kebijakan: Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agro Industri. Monograph Series No. 21. Pusat Penelitian dan Pengembangan Ekonomi Pertanian.*
- Sparks, D.L., L.W. Zelazny, and Matens. 1980. Kinetics of Potassium Exchange in a Paleudult from the Coastal Plain of Virginia. *Soil Sci.Soc. Am. J.* 44: 37-49.
- Sri Adiningsih S,J. 1986. Perananan Pemupukan K pada Tanaman Perkebunan di Berbagai Jenis Tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Temu Karya Penggunaan Pupuk Kalium pada Perkebunan dalam Rangka Efisiensi dan Peningkatan Produksi. Medan, 30 April 1986.
- Subandi (S. Sudarman), T. Notohadiprawiro, B. Radjagukguk, dan S. Sukodarmodjo. 1987. Tahanan Kalium dan Pertumbuhan Padi Gogo di Tanah Ultisol yang di Kapur. *Agrikam.* 2: 65-73.
- Subandi, T. Notohadiprawiro, S. Sukodarmodjo, dan B. Radjagukguk. 1989. Pengaruh Pemberian Kapur pada Tanah Ultisol atas Perilaku Kalium. *Agrikam.* 4: 91-99.
- Subandi, A.F. Fadhly and E.O. Momuat. 1998. Fertilization and Nutrient Management for Maize Cropping in Indonesia, p. 385-398. *Dalam: Vasal et al (ed.). Proceeding of the Seventh Asian Regional Maize Workshop. Jointly Organized by PCAARD, CIMMYT, UPLB, and DA-BAR. Los Banos, Philippines, February 23-27, 1998.*
- Subandi, Roslina Amir, Zubachtirodin dan Mufran Rauf. 1998. Pemupukan Kalium pada Pola Tanam Padi Setahun di Lahan Sawah, p. 1-9. *Dalam: Sudaryono et al (ed.). Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia tahun 1998. Buku 2. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. KOMDA Jawa Timur.*
- Subandi, S. Saenong, M. Dahlan, F. kasim, and E.O. Momuat. 2002. Changes in Priorities of Maize Research in Indonesia and Relation to CIMMYT Regional Activities. Paper Presented at 8th Asian Regional Workshop on Maize. Bangkok, 5 – 8 July 2002.

- Sudjadi, M. dan G. Satari. 1986. Pengelolaan Lahan Kering Bermasalah untuk Pertanian. Makalah Penunjang pada Kongres III PERAGI dan Seminar Nasional Agronomi. Jakarta. 14-16 Januari 1986.
- Su, N.R. 1976. Potassium Fertilization of Rice, p. 117-148. *Dalam: The Fertility of Paddy Soils and Fertilizer Application fo Rice, Food, and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taiwan, Republic of China.*
- Suyamto dan Sumarsono, 1993. Direct and Residual Effect of Potassium Fertilizer in Rice-Maize Cropping Rotation on Vertisol. Indonesia J. Crop Science. 8: 29-38.
- Suyamto, 2002. Strategi dan Implementasi Pemupukan Rasional Spesifik Lokasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 57 p.
- Syam, M. dan Hermanto. 1995. Teknologi Produksi Padi Mendukung Swasembada Beras. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 62 p.
- Taher A. 1985. Perpadian Dunia, Transmigrasi dan Pengelolaan Sawah Bukaian Baru di Indonesia, p. 121-148. *Dalam : Taher et al. (ed.). Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Padang. 17-18 September 1990. Fakultas Pertanian Universitas EKASAKTI dan Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami.*
- Tisdale, S.L. 1965. Soil Fertility and Fertilizers . The Macmillan Company. New York. 430 p.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Co., Inc., New York. 694 p.
- Tisdale, S.L; W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizer. Macmillan Publishing Company. New York. 754 p.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1990. Pengendalian Keracunan Besi di Lahan Mineral Masam, p. 199-216. *Dalam: Taher et al., (ed.). Prosiding Pengelolaan Sawah bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Padang. 17-18 September 1990.*

**Fakultas Pertanian Universitas EKASAKTI dan Balai Penelitian
Tanaman Pangan Sukarami.**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Data Pribadi

- Nama/NIP : Dr. Ir. Subandi / 080 037 715
- Tempat/Tanggal Lahir : Magetan, 1 Januari 1953
- Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda IV/c
- Jabatan : Kepala Balai Penelitian Tanaman Sereal
(BALITSEREAL)
- Jenis Kelamin : Laki-Laki
- Agama : I s l a m
- Alamat :
 - a. Kantor : Jl. Dr. Ratulangi No. 274, Maros, Sulawesi Selatan
Kotak Pos 90514; Po. Box. 1173
Telp. 0411 – 371529
Fax. 0411 – 371961
 - b. Rumah : Kompleks Perumahan BALITSEREAL,
Maros, Sulawesi Selatan.
Telp. 0411 - 371015
- Pendidikan tertinggi : Doktor (S3)

II. Riwayat Pendidikan

- a. Formal* :
 - SD. Negeri Krajan, Magetan, lulus 1965
 - SMP Negeri 1 Magetan, lulus 1968
 - SMA Negeri Magetan, lulus 1971
 - Sarjana Pertanian dari Fakultas Pertanian UGM, lulus 1978
 - Doktor (S3) dari UGM, lulus tahun 1987
- b. Penjenjangan* :
 - Sepama 1999
- c. Latihan* : Cotton Research: Soil Science (June-July 1988, Australia)

III. Riwayat Kepangkatan:

- Calon Pegawai Negeri Sipil (III/a), tahun 1979
- Penata Muda Gol. III/a, tahun 1980
- Penata Muda TK. I. Gol. III/b, tahun 1984
- Penata Gol. III/c, tahun 1988
- Penata TK. I. Gol. III/d, tahun 1992
- Pembina Gol. IV/a, tahun 1995
- Pembina TK. I. Gol. IV/b, tahun 1997
- Pembina Utama Muda Gol. IV/c, tahun 1999

IV. Riwayat Jabatan Fungsional Peneliti

- Ajun Peneliti Muda : tahun 1991
- Peneliti Muda : tahun 1993
- Peneliti Madya : tahun 1994
- Ahli Peneliti Madya : tahun 1997
- Ahli Peneliti Utama : tahun 2000

V. Riwayat Organisasi

- Anggota Tim Rekomendasi Teknologi Bimas Propinsi Sulawesi Selatan , 1989 – 1994
- Anggota Tim Teknis Bimas Propinsi Sulawesi Selatan, 1990-1994
- Ketua Tim Teknis merangkap Sekretaris Komisi Pengkajian Teknologi Pertanian Propinsi Sulawesi Tenggara, 2002
- Anggota Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI): 1978 sampai sekarang
- Anggota Tim Pemantauan dan Pengawasan Pengembangan Kapas Bollgard di Sulawesi Selatan, 2002 sampai (sekarang)
- Anggota Tim Komisi Litbang Propinsi Sulawesi Selatan: 2001 – sekarang

VI. Publikasi Ilmiah

Lebih dari 90 buah karya ilmiah telah dihasilkan, ditulis, dan/atau dipublikasikan. Sejumlah diantaranya adalah :

1. Akib W, Sania Saenong, Djamaluddin Sahari, dan Subandi. 1993. Peranan wanita dalam sistem usahatani di Irian Jaya (studi kasus daerah transmigrasi desa Koya Barat). Penelitian sistem usahatani. Balai penelitian tanaman pangan Maros. 4: 31-45.
2. Akib W, CH. JS. Momuat, S. Saenong, Subandi, dan D. Darmawan. 1993. Peranan wanita dalam sistem usahatani di Nusa Tenggara Timur, suatu analisis jender. Makalah disampaikan pada Pertemuan Teknis Evaluasi dan Program Penelitian dan Pengembangan Proyek P3NT/NTASP, Maros 3-5 Juni 1993.
3. Alam S, Subandi, Djamaluddin, dan Sahardi. 1994. Efektivitas fosfat alam dan TSP terhadap hasil gogo di Podsolik Merah Kuning Puriala, Kendari. Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros. 9: 1-6.
4. Amir, R; Zubachtirodin dan Subandi. 1991. Cara pengolahan tanah dalam pola tanam padi-kedelai pada lahan sawah tadah hujan di Sulawesi Selatan. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2. 7-10.
5. Anas Zubair, Sahardi, dan Subandi. 1991. Pengaruh penempatan TSP pada pola tanam padi gogo-kedelai pada lahan Podsolik Merah Kuning. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 37-40.
6. de Rosari B. B, dan Subandi. 1997. Ragam dapatan dan efisiensi usahatani jagung dari beberapa pola tanam petani zone karang/tanah merah di kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, Ujung Pandang-Maros, 11-12 Nopember 1997.

7. Djasman Azis, Faisal, Supadmo dan Subandi. 1994. Pola tanam pada lahan kering datar di Bobonaro, Timor-Timur. Proyek P3NT. Publikasi Wilayah Kering 1(3): 15-22.
8. Djamaluddin, Subandi dan E.O. Momuat. 1993. Teknologi dan praktek kegiatan pasca panen di tingkat petani dalam konteks pemasaran komoditas pertanian : Kasus di lokasi proyek P3NT. Makalah disampaikan pada Lokakarya Status dan Pengembangan Lahan Kering di Indonesia, Mataram, 16-18 November 1993. Prosiding Proyek P3NT.
9. Djamaluddin Sahari, Subandi, Zubachtirodin, dan Fahdiana T. 1995. Kajian Keragaan Sistem Usahatani pada Wilayah Berproduktivitas rendah di Maluku Tengah. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. Edisi Khusus.
10. Faisal, Zubachtirodin, M.S. Pandang, dan Subandi. 1994. Usahatani padi gogo rancak pada lahan sawah tadah hujan di Bobonaro, Timor-Timur. Publikasi wilayah kering 2(3): 127-134.
11. Faisal, E.O. Momuat, Supadmo dan Subandi. 1994. Pola tanam pada lahan kering miring di Bobonaro, Timor-Timur. Proyek P3NT. Publikasi Wilayah Kering. 1(3): 22-30.
12. Faisal, M. Yahya B dan Subandi. 1997. Peranan labu pada tumpangsari dan jagung terhadap hara nitrogen. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, Ujung Pandang-Maros, 11-12 Nopember 1997.
13. Hasanuddin, A., S. Bachrein, dan Subandi. 1994. Pengembangan Tanaman Pangan di Propinsi Sulawesi Tengah, p. 41-62. *Dalam:* Prosiding Temu Konsultasi Sumberdaya Lahan untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia. Palu, 17-20 Januari 1994. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

14. Lidjang. K, Subandi, M. Akil dan E.O. Momuat. 1992. Penelitian konservasi pada lahan kering zona kritis Bobonaro Clay desa Camplong I, kecamatan Fatuleu kabupaten Kupang. Proyek P3NT/NTASP.
15. Lidjang. K, Y. Ngongo, M. Akil, dan Subandi. 1991. Penelitian usahatani pada lahan pekarangan Zona Mamar di Desa Camplong I, Kupang. Publikasi Wilayah Kering. (1)2: 13-18.
16. Lando T.M, M. Basir, Bambang Prastowo and Subandi. 1993. The effect of tillage on rice growth and mungbean following paddy (Experimen 1, ACIAR Project No. 8938). Presented in ACIAR Review meeting. Manila, Philippines, 8-14 Febuary 1993.
17. Lando T.M, M. Basir, R.H. Anasiru, Subandi and B. Prastowo. 1994. Soil water and soil strength in mungbean after rice on various tillage and crop management (ACIAR Project No. 8938). Presented at AARD-ACIAR Review meeting in Maros/Malang, 14-19 June 1994.
18. Lando T.M, Basir, R.H. Anasiru, Subandi and B. Prastowo. 1995. Legume yields and soil management systems, Sulawesi. Proceeding of ACIAR International Workshop held at the Bureau of soil water management, Quezon City, Manila 20-24 November 1995.
19. Marcia B.P, Subandi, Supadmo, dan Faisal. 1999. Pengaruh pemupukan N, P, dan K pada jagung di Bobonaro, Timor-Timur. Proyek P3NT (NTT). Publikasi Wilayah Kering.1(3): 65-70.
20. Maring, P dan Subandi. 1995. Penelitian pengembangan pertanaman padi pada lahan sawah irigasi di Waikelo, Sumba Barat. Publikasi wilayah kering. 4(1): 30-42.

21. Momuat E.O., A.F. Fadhly, Mufran Rauf, Djamaluddin, dan Subandi. 1992. Pemberian pupuk fosfat pada padi sawah jenis tanah Alluvial beririgasi di Sulawesi Selatan. *BALITTAN Maros, Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros*. 7: 27-33.
22. Momuat E.O. Subandi dan Zubachtirodin. 1995. Pengaruh pemupukan P dan K pada lahan sawah keracunan Fe. *Publikasi wilayah kering*. 4(1): 1-6 .
23. *Momuat E.O. Subandi, dan Zubachtirodin. 1995. Pengaruh pengelolaan jerami pada sawah keracunan Fe. Publikasi wilayah kering. 4(1): 24-29.*
24. Pabbage, M.S, Zubachtirodin, Subandi dan Djafar Baco. 1998. Teknologi budidaya tanaman jagung untuk meningkatkan produksi di lahan kering. Makalah disampaikan pada Paket Teknologi Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan dan Perkebunan di BPTP Ambon tgl. 17-18 Februari 1998.
25. Pandang M.S., M. Taqwa, Zubachtirodin dan Subandi. 1992. Evaluasi berbagai pola tanam pada pertanaman lorong di lahan kering bergelombang. *AGRIKAM Buletin Penelitian Pertanian Maros*. 7: 43-47.
26. Pandang M.S., Zubachtirodin, dan Subandi. 1992. Penelitian sistem usahatani pada lahan kritis bergelombang di Sulawesi Selatan. *Penelitian Sistem Usahatani*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 3: 9-16.
27. Pandang M.S, Zubachtirodin, dan Subandi. 1993. Usahatani lorong berbagai alternatif dalam pengelolaan lahan kritis bergelombang di Sulawesi Selatan. *Penelitian Sistem Usahatani*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 4: 15-22.
28. Prastowo B., T.M. Lando, M. Basri, Subandi, and R. H. Anasiru. 1994. Effect of soil tillage and drainage on soil physical properties and yield of rice and mungbean. *Indonesian Journal of Crop Science*. 14: 1-9.

29. Prastowo, B., T. M. Lando, R.H. Anasiru, M. Basir and Subandi. 1994. Management of clay soils under lowland rice-based cropping systems: an overview of Maros, South Sulawesi experiments. Paper presented at the AARD-ACIAR Review meeting in Brawidjaja, Unviersity, Malang, 15-19 June 1994.
30. Prastowo, B., M. Basir, T.M. Lando and Subandi. 1993. Management of clay soils under lowland rice based cropping systems. Annual Report 15 February 1993 – 31 December 1993. ACIAR Project No. 8938.
31. Prastowo, B., M. Basir, T.M. Lando and Subandi. 1994. Management of clay soils under lowland rice based cropping systems. Annual Report 1 January 1994 – 31 December 1994. ACIAR Project No. 8938.
32. Razak, N, J.B. Alfons, Zubachtirodin, dan Subandi. 1993. Evaluasi usahatani kacang tanah dan kedelai pada lahan perkebunan kelapa hybrida di Makariki. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 4: 9-14.
33. Sahardi, Anas Zubair, dan Subandi. 1991. Efektivitas fosfat alam dan TSP pada pola tanam padi gogo-kedelai-kacang tunggak di lahan podsolik merah kuning Puriala. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 41-48.
34. Sahardi dan Subandi. 1991. Keragaman pola tanam padi gogo-kedelai dan padi gogo-kacang hijau pada lahan Podsolik Merah Kuning. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 33-36.
35. Sahardi dan Subandi. 1991. Cara penyediaan bahan organik "Insitu" pada pola tanam padi gogo-kedelai di lahan Podsolik Merah Kuning, Sultra. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 27-32.

36. Sahardi, Subandi dan Ali Imran. 1991. Pengaruh pemberian bahan ameliorasi terhadap produktivitas lahan Podsolik Merah Kuning. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 11-18.
37. Sahardi, A.R. Sery dan Subandi. 1992. Usahatani terpadu pada lahan kering bereaksi masam di Sulawesi Tenggara. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 3: 25-34.
38. Sahardi, Subandi dan A.F. Fadhly. 1995. Pengaruh pupuk organik dan anorganik pada pola tanam padi gogo-kacang hijau di lahan kering Podsolik Merah-Kuning Puriala, Sulawesi Tenggara. Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros. 10: 11-18.
39. Sofyan, A., Moersidi, Nurjaya dan J. Suryono. 2000. Laporan Akhir Penelitian Status Hara P dan K Lahan Sawah Sebagai Dasar Penggunaan Pupuk yang Efisien pada Tanaman Pangan tahun 1999/2000. Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah.
40. Subandi (S. Sudarman), T. Notohadiprawiro, B. Radjagukguk, dan S. Sukodarmodjo. 1987. Tahanan Kalium dan Pertumbuhan Padi Gogo di Tanah Ultisol yang di Kapur. Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros. 2: 65-73.
41. Subandi, T. Notohadiprawiro, S. Sukodarmodjo, dan B. Radjagukguk. 1989. Pengaruh Pemberian Kapur pada Tanah Ultisol atas Perilaku Kalium. Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros. 4: 91-99.
42. Subandi, B. Prastowo, dan S. Muhadjir. 1990. Penggunaan Pupuk Cair dan Zat Pengatur Tumbuh pada Tanaman Pangan, p. 223-239. *Dalam*: Effendi (ed). Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V. Cisarua, 12-13 Nopember. 1990. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

43. Subandi (S. Sudarman), Djamaluddin, S. Saenong, dan A. Hasanuddin. 1990. Efisiensi Pemupukan pada Padi dan Palawija. Laporan Khusus PUS/03/90. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 23 p.
44. Subandi, Mufran Rauf, Agustina Buntan, dan Yahya. 1990. Efisiensi penggunaan pupuk N pada padi sawah. Hasil Penelitian Padi No. 1. BALITTAN Maros.
45. Subandi (Ketua Tim). 1991. Studi Sistem Usahatani Terpadu Wilayah Pengembangan Kolono, Kabupaten Kendari Sulawesi Tenggara. Bappeda TK.I. Sulawesi Tenggara. 135 p.
46. Subandi, Faisal, Djasman Azis, dan Supadmo. 1991. Sistem usahatani pada lahan kering datar di Bobonaro, Timor-Timur. Publikasi Wilayah Kering. (2): 71-78.
47. Subandi, Lidjang, Ignas K, Y. Ngongo, dan M. Akil. 1991. Penelitian sistem usahatani lahan ladang pada zona karang di Desa Camplong II, Kupang. Publikasi Wilayah Kering. (2): 1-12.
48. Subandi, Supadmo, Faisal, dan Djasman Azis. 1991. Sistem usahatani pada lahan sawah beririgasi di Bobonaro, Timor-Timur. Publikasi Wilayah Kering (2): 79-90.
49. Subandi dan M. Akil. 1991. Hasil-hasil penelitian sistem usahatani di Timor Nusa Tenggara. Proyek P3NT.
50. Subandi dan Sahardi. 1991. Pengaruh cara pemberian bahan ameliorasi terhadap produktivitas lahan Podsolik Merah Kuning. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2. 19-26.
51. Subandi. 1992. Langkah Strategis dan Program Penelitian Sistem Usahatani Tanaman Pangan. Makalah disampaikan pada Rapat Kerja: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Banjarbaru, 21-25 Oktober 1992.

52. Subandi (Anggota Tim Peneliti). 1992. Sumber Pertumbuhan Padi Propinsi Sulawesi Tengah. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 68 p.
53. Subandi, Faisal, Djasman Azis, dan Supadmo. 1992. Evaluasi Pola Tanam pada Lahan Kering di Bobonaro. Timur-Timur. Titian Agronomi. 4: 33-40.
54. Subandi, Supadmo, Faisal dan Zubachtirodin. 1992. Pengembangan pola tanam pada lahan kering beriklim kering di Timor-Timur. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 3: 35-47.
55. Subandi, S. Saenong, dan K. Suradisastro. 1992. Sistem Pertanian Lahan Kering (Dataran Tinggi) Massenrempulu. Kabupaten Enrekang. Proyek Pengembangan Wilayah Terpadu Massenrempulu. Enrekang. 135 p
56. Subandi, H. Supadmo, Faisal dan Djasman Azis. 1993. Peranan pertanaman Sesbania Rostrata "Insitu" sebagai pupuk hijau padi sawah. Laporan Kerjasama. Agrikam Buletin Penelitian Pertanian Maros. 8: 71-78.
57. Subandi, Zubachtirodin, dan Fahdiana Tabri. 1993. Efisiensi pemupukan P (TSP) dalam perspektif pola tanam padi-kedelai pada lahan sawah tadah hujan di Bone, Sulawesi Selatan. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 4: 1-8.
58. Subandi, Supadmo, Faisal, dan E.O. Momuat. 1994. Sistem bertanam padi pada lahan sawah beririgasi di Bobonaro, Timur-Timur. Publikasi Wilayah Kering. 1(3): 1-6.
59. Subandi, IGP. Sarasutha, Zubachtirodin, T.M. Lando dan E.O. Momuat. 1994. Studi kelayakan penggunaan traktor untuk pertanian di Nusa Tenggara Timur dan Timor-Timur. Publikasi wilayah kering. 2(3): 1-52.

60. Subandi, Zubachtirodin, H. Supadmo, dan A. Hasanuddin. 1995. Optimalisasi usahatani padi sawah di Timor-Timur. Makalah disampaikan dalam Seminar Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan di Propinsi Timor-Timur. Dili 8-10 Februari 1995. Edisi Khusus BALITKABI No. 2.
61. Subandi (Anggota Tim Peneliti). 1995. Sumber Pertumbuhan Kedelai Propinsi Irian Jaya. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lain. 54 p.
62. Subandi. 1997. Prospek peningkatan produksi jagung pada lahan kering Nusa Tenggara. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, Ujung Pandang-Maros, 11-12 Nopember 1997.
63. Subandi, Zubachtirodin, Wafiah Akib, dan E.O. Momuat. 1997. Teknologi untuk Peningkatan Produktivitas Padi pada Lahan Sawah Berawa Bermasalah Keracunan Besi di Sulawesi Tenggara. Makalah pada Seminar Nasional Teknologi Tanaman Pangan Menunjang Pengembangan Lahan Rawa Pasang Surut. Banjarbaru, 7-8 Oktober 1997.
64. Subandi, A.F. Fadhly and E.O. Momuat. 1998. Fertilization and Nutrient Management for Maize Cropping in Indonesia, p. 385-398. *Dalam: Vasal et al (ed.). Proceeding of the Seventh Asian Regional Maize Workshop. Jointly Organized by PCAARD, CIMMYT, UPLB, and DA-BAR. Los Banos, Philippines, February 23-27, 1998.*
65. Subandi, Roslina Amir, Zubachtirodin dan Mufran Rauf. 1998. Pemupukan Kalium pada Pola Tanam Padi Setahun di Lahan Sawah, p. 1-9. *Dalam: Sudaryono et al (ed.). Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Buku 2. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. KOMDA Jawa Timur.*

66. Subandi, I.G.P. Sarasutha, A. Prabowo, F. Kasim, Mappaganggang, W. Wakman, dan D. Baco. 1998. Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Jagung untuk Pangan, Pakan dan Perolehan Devisa. Makalah disajikan pada Evaluasi Hasil-Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Maros, 20-21 Oktober 1998.
67. Subandi dan Murdolelono. 1999. Teknologi Indigenous dalam budidaya jagung studi kasus Ahuklean di kawasan Besikama Belu Nusa Tenggara Timur. Seminar Mingguan BALITJAS, Sabtu 23-03-1999.
68. Subandi, Zubachtirodin, dan Roslina Amir. 1992. Efisiensi pemupukan P dalam pola tanam padi-kedelai pala lahan sawah tadah hujan di Sulawesi Selatan. AGRIKAM Buletin Penelitian Pertanian Maros. 7: 35-41.
69. Subandi, I.G.P. Sarasutha, Mappaganggang S.P, dan B. Abidin. 1998. Studi Kelayakan Pemanfaatan Lahan Miring Pabrik Gula Tolangohula untuk Palawija di Kabupaten Gorontalo, Sulawesi Utara. Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian. 4: 23-40.
70. Subandi, J. Triastono, E. Budisantoso, dan A. Bamualim . 1998. Metode penanaman legume pohon pada lahan kering bersolum dangkal di DAS Kambaneroe Kabupaten Sumba Timur. Prosiding Lokakarya Nasional Pembahasan Hasil Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Bogor, 27-28 Oktober 1998.
71. Subandi, J. Triastono, E. Budisantoso, dan A. Bamualim.1998. Pengelolaan padang rumput untuk konservasi lahan dan perbaikan kualitas pakan ternak di DAS Kambaneroe kabupaten Sumba Timur. Prosiding Lokakarya Nasional Pembahasan Hasil Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Bogor, 27-28 Oktober 1998.

72. Subandi, A.F. Fadhly, dan Djamaluddin. 1999. Penggunaan Pupuk Phosmag Plus untuk Tanaman Jagung. Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain. 3: 15-22.
73. Subandi, M. Nur, J. Triastono. 1999. Teknik Konservasi Vegetatif Lahan Kering di Daerah Aliran Sungai Kambaniru. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi. Jakarta.
74. Subandi, J. Triastono, E. Budisantoso, dan A. Bamualim. 2000. Metode Penanaman Legum Pohon pada Lahan Kering Bersolum Dangkal di DAS Kambaniroe, Kabupaten Sumba Timur: Periode Tahun Kedua. Prosiding Lokakarya Nasional Pembahasan Hasil Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Bogor, 2-3 September 1999.
75. Subandi. 2001. Teknologi Mendukung Pengembangan Jagung di Nusa Tenggara Timur. Makalah disampaikan pada Seminar Regional Peningkatan Kinerja BPTP dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian Mendukung Pembangunan Pertanian di Nusa Tenggara. Kupang, 2-3 Nopember 2001.
76. Subandi, M. Syafaruddin, M. Alwi Mustaka, Agussalim, M. Adam, dan Ichlas. 2000. Konservasi dan Keragaman Hayati Komoditas Hortikultura di Sulawesi Tenggara. Makalah disampaikan pada Seminar Biodiversitas Komoditas Unggulan Propinsi Sulawesi Tenggara. UNHALU, 15 Agustus 2000.
77. Subandi. 2001 Teknologi Budidaya untuk Mendukung Peningkatan Produksi Jagung di Nusa Tenggara. Makalah disampaikan dalam Lokakarya Regional Penerapan Teknologi Indigenus dan Teknologi Maju Menunjang Pembangunan Pertanian. Kupang. 2001.
78. Subandi, S. Saenong, M. Dahlan, F. kasim, and E.O. Momuat. 2002. Changes in Priorities of Maize Research in Indonesia and Relation to CIMMYT Regional Activities. Paper Presented at 8th Asian Regional Workshop on Maize. Bangkok, 5 – 8 July 2002.

79. Supadmo, Faisal, Djasman Azis, dan Subandi. 1991. Sistem usahatani pada lahan sawah tadah hujan di Bobonaro, Timor-Timur. Publikasi Wilayah Kering (2): 91-96.
80. Supadmo, Faisal, Djasman Azis; dan Subandi. 1991. Penelitian usahatani pada lahan kering miring di Daerah berbukit di Bobonaro, Timor-Timur. Publikasi wilayah kering (2): 85-90.
81. Supadmo, Faisal, Djasman Azis, dan Subandi. 1994. Pola tanam pada lahan sawah tadah hujan di Bobonaro, Timor-Timur. Proyek P3NT. Publikasi Wilayah Kering. 1(3): 7-14.
82. Supadmo, H, Subandi, dan E.O. Momuat. 1995. Optimalisasi usahatani palawija di Timor-Timur. Makalah disampaikan dalam Seminar Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan di Propinsi Timor-Timur. Dili 8-10 Februari 1995. Edisi Khusus BALITKABI No. 2.
83. Tabri, F, Ahmad Mulyadi, Subandi, dan Zubachtirodin. 1992. Efisiensi pemupukan P (TSP) dalam prospektif pola tanam padi-kedelai pada lahan sawah tadah hujan di Sidrap. Penelitian sistem usahatani Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 3: 1-8.
84. Yahya M, Faesal, Subandi, Sania Saenong, dan Amir Kamaruddin. 1996. Penyerapan nitrogen tanaman jagung pada pertanaman tumpangsari jagung dengan labu. Seminar Mingguan BALITJAS, Sabtu 2-11-1996.
85. Yasin, M. HG, M. Yahya B, M.S. Pandang dan Subandi. 1993. Sistem pertanaman lorong sebagai penghasil pakan ternak pada lahan kritis bergelombang. Penelitian sistem usahatani. Balai penelitian tanaman pangan Maros. 4: 23-30.
86. Zubachtirodin, Subandi, Wafiah Akib, dan Roslina Amir. 1991. Pengembangan pola tanam pada lahan sawah tadah hujan. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 2: 49-56.

87. Zubachtirodin, Roslina Amir, Rusdi Lape dan Subandi. 1992. Alternatif pola tanam tanaman pangan pada perkebunan rakyat di Lembah Palu. Penelitian Sistem Usahatani. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. 3: 17-24.

VII. Pemasyarakatan Ilmu

1. Subandi, Zubachtirodin, dan Syamsu Alam. 1993. Usahatani Tanaman Pangan dengan Sistem Konservasi. Makalah disampaikan pada Temu Tugas Aplikasi Teknologi Pertanian di Balai Informasi Pertanian Sulawesi Utara, 19-21 Juli 1993.
2. Subandi. 1994. Sistem Pertanaman Lorong. Makalah disampaikan pada Jumpa Paket Teknologi Pertanian di Dili, 3-5 Oktober 1994.
3. Subandi. 1995. Pemupukan Kalium bagi Upaya Meningkatkan Produksi Padi di Nusa Tenggara Barat. Pertemuan Aplikasi Paket Teknologi Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan dan Hortikultura. Mataram, 17-19 Desember 1995.
4. Subandi, F. Rasjid, M. Alwi Mustaka, Agussalim, dan Yusuf. 2000. Teknologi Mendukung Program Peningkatan Produksi Pertanian untuk Menunjang Ketahanan Pangan di Sulawesi Tenggara. Makalah pada Mimbar Sarasehan antara Kontak Tani-Nelayan Andalan (KTNA) Propinsi dengan Pemerintah Kendari, 6-7 Agustus 2000.
5. Subandi, Zubachtirodin, Wasmo Wakman dan Yamin Sinuseng. 2001. Teknologi Menunjang Pengembangan dan Agribisnis Jagung di Sulawesi Selatan. Makalah disampaikan pada Sosialisasi Hasil-Hasil Penelitian di Makassar, 13-14 Nopember 2001.

