

# Pengaruh Pengolahan Tanah, Pengairan Terputus, dan Pemupukan Terhadap Produktivitas Lahan Sawah Baru pada Inceptisols dan Ultisols Muarabeliti dan Tatakarya

*The Effect of Soil Tillage, Intermittent Irrigation, and Fertilization on Productivity of Newly Open Rice Fields on Inceptisols and Ultisols from Muarabeliti and Tatakarya*

D. NURSYAMSI, L.R. WIDOWATI, D. SETYORINI, DAN J. SRI ADININGSIH<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Penelitian pengaruh pengolahan tanah, pengairan terputus dan pemupukan terhadap produktivitas lahan sawah baru dilaksanakan di tanah Inceptisols Muarabeliti, Sumatera Selatan dan Ultisols di Tatakarya, Lampung. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Padi varietas IR-42 (di Muarabeliti) dan Ciliwung (di Tatakarya) digunakan sebagai tanaman indikator. Petak utama adalah kombinasi perlakuan pengolahan tanah dan pengairan, yaitu: (1) tanpa olah tanah-tergenang terus, (2) dengan olah tanah-tergenang terus, (3) tanpa olah tanah-pengairan terputus, dan (4) dengan olah tanah-pengairan terputus. Anak petak adalah penggunaan pupuk K dan bahan amelioran, yaitu: (1) tanpa pupuk/amelioran. (2) jerami padi 5.000 kg/ha, (3) pupuk KCl 150 kg/ha, dan (4) kombinasi pupuk KCl 150 kg/ha dan dolomit 50 kg/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat-sifat kimia tanah, serapan hara tanaman, pertumbuhan tanaman, dan hasil jerami serta gabah kering tidak berbeda nyata antara perlakuan tanpa dan dengan olah tanah pada kedua tanah yang diteliti. Namun pada Ultisols di Tatakarya, hasil jerami dan gabah kering pada perlakuan olah tanah lebih baik daripada tanpa olah tanah. Perlakuan pengairan terputus pada Inceptisols di Muarabeliti menurunkan kadar Ca-dd, dan K-dd pada kondisi tanah diolah, sedangkan pada Ultisols di Tatakarya, perlakuan tersebut selain menurunkan kadar Ca-dd dan K-dd juga menurunkan kadar Mg-dd dan kejenuhan basa, baik pada kondisi tanah diolah maupun tidak. Pemberian jerami padi 5.000 kg/ha meningkatkan kadar C.organic, K-dd, K-HCl, dan KTK basah; serapan K-tanaman; dan hasil jerami serta gabah kering pada kedua tanah yang diteliti. Pemberian pupuk KCl 150 kg/ha dan kombinasinya dengan dolomit 50 kg/ha pada Inceptisols di Muarabeliti, masing-masing meningkatkan kadar K-HCl dan K-dd tanah, serta hasil gabah kering. Sedangkan pada Ultisols di Tatakarya, selain meningkatkan parameter-parameter tersebut, juga meningkatkan hasil jerami kering.

## ABSTRACT

Field experiment was conducted to study the effects of soil tillage, intermittent drainage, and fertilization on productivity of newly open rice fields of Inceptisols in Muarabeliti, South Sumatra and Ultisols in Tatakarya, Lampung. The experiment was carried out using split plot design with 3 replications. Two varieties of rice IR-42 and Ciliwung were used as plant indicators in Muarabeliti and Tatakarya, respectively. The main plots consist of combination of soil tillage and irrigation treatments: (1) no soil tillage/flooded continuously, (2) soil tillage/flooded continuously, (3) no soil tillage/intermittent drainage, and (4) soil tillage/intermittent drainage. The

treatments on sub plot were : (1) no fertilization, (2) application of organic matter (rice straw) of 5,000 kg/ha, (3) application of K fertilizer (KCl) of 150 kg/ha, and (4) application of K fertilizer (KCl) of 150 kg/ha and dolomite of 50 kg/ha. The results showed that there were no significant effects of soil tillage treatment on soil chemical characteristics, nutrients uptake, plant growth, and dry straw and grain yield. However, in Ultisols of Tatakarya, dry straw and grain yields were better with soil tillage than no soil tillage treatment. Intermittent drainage treatment decreased soil exchangeable Ca and K in Inceptisols of Muarabeliti under soil tillage condition. While in Ultisols of Tatakarya, the treatment decreased soils exchangeable Ca, K and also Mg and base saturation under with and without no soil tillage treatments. The use of 5,000 kg/ha rice straw increased soil organic-C, exchangeable K, K-HCl, and cation exchange capacity; plant K uptake; and dry straw and grain yield in both soils. Application of K fertilizer of 150 kg/ha and its combination with dolomite of 50 kg/ha, each increased soil K-HCl, exchangeable K, and dry grain yield in Inceptisols of Muarabeliti. While in Ultisols of Tatakarya each treatment increased the above parameters and dry straw yield .

*Keywords: Soil tillage, Intermittent irrigation, Fertilization, New paddy soils, Inceptisols of Muarabeliti; Ultisols of Tatakarya.*

## PENDAHULUAN

Luas panen padi di Jawa sekitar 5,06 juta ha atau 54,05% dari total luas panen. dengan produksi 24,30 juta ton gabah atau 59,53% dari total produksi nasional dengan tingkat produktivitas 5,02 t/ha (Biro Pusat Statistik, 1991). Namun akibat perkembangan kota yang sangat pesat, areal sawah terutama sawah irigasi yang telah dibangun, hilang karena berubah fungsi menjadi areal industri, pemukiman, dan lain-lain, menyebabkan penciptaan luas lahan subur di Jawa. Selama Pelita IV diperkirakan 30.000-50.000 ha lahan sawah setiap tahunnya berubah fungsi menjadi bukan sawah (Kretosastro, 1990) .

<sup>1</sup> Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor

Kenaikan produktivitas rata-rata per tahun adalah 5% dalam Pelita III (1978-1983), turun menjadi 1,3% dalam Pelita IV (1983-1988), dan menjadi sekitar 1,0% pada tahun 1989-1991 (Adiningsih, 1992). Bahkan sejak tahun 1998 produksi padi turun drastis akibat krisis moneter, dan saat ini Indonesia merupakan negara pengimpor beras terbesar di dunia. Adanya penciptaan luas lahan sawah yang subur, disertai dengan turunnya produktivitas padi sawah di Jawa, telah mengancam produksi beras nasional. Salah satu upaya untuk memacu produksi dapat dilakukan dengan membuka lahan sawah baru di luar Jawa, atau dengan meningkatkan program ekstensifikasi.

Potensi lahan di luar Jawa untuk dikembangkan menjadi areal padi sawah cukup besar, walaupun banyak kendala yang harus dihadapi. Menurut hasil survei tinjau, luas lahan potensial untuk pengembangan tanaman padi sawah di luar Jawa seluas 32.358.086 ha (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1993; Siswanto *et al.*, 1993). Sementara itu selama Pelita III dan IV hanya dapat direalisasikan pencetakan sawah baru seluas 659.183 ha atau sekitar 50% dari yang ditargetkan (Anonymous, 1992). Jadi masih cukup luas lahan untuk dikembangkan menjadi areal sawah baru, terutama di Irian Jaya dan Sumatera. Kendala-kendala yang muncul apabila lahan dibuka menjadi sawah baru diantaranya adalah: (1) efisiensi air dan pelumpuran, (2) kesuburan tanah rendah, dan (3) adanya perubahan kimia tanah yang merugikan pertumbuhan tanaman akibat penggenangan.

Struktur tanah lumpur dan lapisan bajak (*plough pan*) yang kedap air diperlukan dalam budi daya tanaman padi. Akar tanaman akan tumbuh baik pada tanah lumpur, karena pada kondisi ini penyerapan unsur hara lebih efektif. Lapisan bajak berfungsi untuk menahan laju infiltrasi air agar air selalu tergenang. Pada sawah bukaan baru biasanya struktur tanah lumpur dan lapisan bajak belum terbentuk, sehingga laju infiltrasi air tinggi dan penggunaan air menjadi boros serta pencucian hara juga tinggi.

Perluasan lahan pertanian umumnya diarahkan ke tanah-tanah marginal seperti Oxisols, Ultisols, Inceptisols berpirit, dan Histosols, karena tanah yang baik seperti Vertisols, Andisols, Alfisols, dan sebagian besar Inceptisols sudah hampir habis dibudidayakan. Kendala yang menyebabkan rendahnya produktivitas tanah berkaitan erat dengan kemasaman tanah antara lain: (1) konsentrasi toksik dari Al, Fe, dan Mn, (2) kekahatan Ca dan Mg, (3) kemudahan K tercuci, (4) jerapan P, S, dan Mo, dan (5) pengaruh buruk dari H<sup>+</sup>, serta (6) hubungan tata air dan udara (Widjaja-Adhi, 1985). Keracunan Al umumnya terjadi pada tanah masam di bawah kondisi oksidatif, misalnya lahan kering, sedangkan keracunan besi umumnya terjadi pada tanah masam di bawah kondisi reduktif atau tergenang seperti lahan sawah (Yusuf *et al.*, 1990).

Pada tanah tergenang terjadi perubahan kimia dan elektrokimia yang dapat merugikan pertumbuhan tanaman. Perubahan tersebut, di antaranya adalah: (1) kekurangan oksigen, (2) turunnya potensial redoks, (3) reduksi Fe<sup>3+</sup> menjadi Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>4+</sup> menjadi Mn<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan NO<sub>2</sub><sup>-</sup> menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O, (4) menurunkan kadar seng dan tembaga yang larut, serta (5) merangsang terbentuknya senyawa beracun seperti karbon dioksida, metan, asam organik, dan hidrogen sulfida (Ismunadji dan Roechan, 1988). Apabila kadar ion Fe<sup>2+</sup> (fero) hasil reduksi dari Fe<sup>3+</sup> dalam larutan tinggi, maka dapat menyebabkan keracunan pada tanaman padi. Keadaan ini sering dijumpai di lapangan dan merupakan kendala terpenting pada tanah sawah bukaan baru.

Hasil penelitian rumah kaca menunjukkan bahwa pada Ultisols dari Tatakarya, hara N, P, dan K menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman padi sawah, sedangkan pada Inceptisols dari Muarabeliti, ketiga hara tersebut ditambah hara S. Pada kedua tanah ini, pemberian pupuk kandang dan jerami padi yang dikombinasikan dengan pupuk NP, nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nursyamsi *et al.*, 1995). Hal yang sama terjadi juga pada Ultisols dari Bandar Abung, Lampung

dan Tapin, Kalimantan Selatan (Widowati *et al.*, 1997), Inceptisols dari Indramayu, Jawa Barat dan Ultisols dari Dorowati, Lampung (Hartatik *et al.*, 1997).

Keracunan besi pada lahan sawah bukaan baru mengakibatkan produksinya rendah atau bahkan tanaman gagal berproduksi. Hasil penelitian Yusul *et al.* (1990) pada tanah Oxisols dari Sitiung menunjukkan bahwa penggenangan menyebabkan konsentrasi Fe dan Mn yang larut dalam air meningkat drastis. Serapan tanaman padi terhadap kedua unsur tersebut juga meningkat, dan daun memperlihatkan gejala klorosis. Keadaannya jauh lebih parah pada pH yang lebih rendah. Tanaman padi akan menderita keracunan apabila kadar besi dalam tanaman melebihi 300 ppm (Yusuf *et al.*, 1990). Penelitian lain yang menggunakan tanah Ultisols dari Kalimantan Barat menunjukkan bahwa tanaman padi fase vegetatif yang keracunan Fe mengandung > 2.000 ppm Fe (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1993).

Pengairan terputus banyak dilaporkan dapat menanggulangi keracunan Fe pada lahan sawah bukaan baru. Perlakuan pengairan terputus dapat mengurangi laju reduksi Fe dan Mn, sehingga kelarutan Fe II dan Mn II yang dapat meracuni tanaman dapat ditekan (Yusuf *et al.*, 1990). Namun demikian, aplikasi perlakuan pengairan terputus di lapangan harus hati-hati, karena selain unsur beracun (Fe dan Mn) terbuang, hara yang berguna bagi tanaman (N, K, Ca, dan Mg) juga ikut terbuang (Widowati *et al.*, 1997).

Untuk menanggulangi rendahnya produktivitas lahan sawah bukaan baru, antara lain dapat dilakukan dengan memperbaiki struktur tanah, melalui pengolahan tanah. Selanjutnya, juga perlu memperbaiki sifat-sifat tanah melalui pemupukan, baik organik maupun anorganik. Selain itu, juga perlu dilakukan upaya untuk menekan atau menghilangkan pengaruh buruk akibat penggenangan, terutama masalah keracunan besi, melalui pengaturan air pengairan dan penggunaan bahan amelioran yang bersifat oksidatif.

Bertitik tolak dari pemikiran di atas, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pengolahan tanah, pengairan terputus dan pemupukan terhadap produktivitas lahan sawah baru pada tanah Inceptisols di Muarabeliti, Sumatera Selatan dan Ultisols di Tatakarya, Lampung.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di lahan sawah baru pada Inceptisols di Muarabeliti, Sumatera Selatan dan Ultisols di Tatakarya, Lampung mulai Januari - Juni 1995. Analisis sifat-sifat kimia tanah dan tanaman dilaksanakan di laboratorium kimia Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor, Juli 1995-Maret 1996. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan dan padi varietas Ciliwung (di Tatakarya) dan IR-42 (di Muarabeliti) digunakan sebagai tanaman indikator. Petak utama adalah kombinasi perlakuan pengolahan tanah dan pengairan, yaitu: (1) tanpa olah tanah-tergenang terus (TOT/TT), (2) dengan olah tanah-tergenang terus (DOT/TT), (3) tanpa olah tanah-pengairan terputus (TOT/DT), dan (4) dengan olah tanah-pengairan terputus (DOT/DT). Pada petak perlakuan olah tanah, tanah dicangkul dua kali sampai kedalaman 20 cm, lalu bongkahan tanah dihaluskan hingga mencapai kondisi lumpur seperti yang dilakukan oleh petani setempat. Sedangkan petak perlakuan tanpa olah tanah, tanah tidak diolah. Pada petak perlakuan pengairan terputus, air dikeringkan pada minggu ke-3, 5, 7, 12, 14 dan ke-16 (di luar waktu tersebut tanah digenangi terus-menerus), sedangkan pada petak perlakuan tergenang terus, tanah digenangi terus-menerus. Anak petak adalah penggunaan pupuk K dan bahan amelioran, yaitu: (1) tanpa pupuk/amelioran (0), (2) jerami padi 5.000 kg/ha (jerami), (3) pupuk KCl (50% K<sub>2</sub>O) 150 kg/ha (K), dan (4) kombinasi pupuk KCl 150 kg/ha dan dolomit 50 kg/ha (K + dolomit). Sebagai pupuk dasar digunakan urea (45% N) 300 kg/ha dan TSP (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 200 kg/ha (Tabel 1).

**Tabel 1. Perlakuan percobaan lapang di tanah Inceptisols Muarabeliti dan Ultisols Tatakarya**

*Table 1. Treatments of field experiment on Inceptisols Muarabeliti and Ultisols Tatakarya*

Perlakuan	Pengolahan tanah	Pengairan	Jerami	kg/ha	
				KCl	Dolomit
TOT/TT-0	tanpa olah tanah	tergenang terus	-	-	-
Jerami	tanpa olah tanah	tergenang terus	5.000	-	-
K	tanpa olah tanah	tergenang terus	-	150	-
K + dolomit	tanpa olah tanah	tergenang terus	-	150	50
DOT/TT-0	dengan olah tanah	tergenang terus	-	-	-
Jerami	dengan olah tanah	tergenang terus	5.000	-	-
K	dengan olah tanah	tergenang terus	-	150	-
K + dolomit	dengan olah tanah	tergenang terus	-	150	50
TOT/DT-0	tanpa olah tanah	pengairan terputus*	-	-	-
Jerami	tanpa olah tanah	pengairan terputus	5.000	-	-
K	tanpa olah tanah	pengairan terputus	-	150	-
K + dolomit	tanpa olah tanah	pengairan terputus	-	150	50
DOT/DT-0	dengan olah tanah	pengairan terputus	-	-	-
Jerami	dengan olah tanah	pengairan terputus	5.000	-	-
K	dengan olah tanah	pengairan terputus	-	150	-
K + dolomit	dengan olah tanah	pengairan terputus	-	150	50

\* Air dikeringkan pada minggu ke-3, 5, 7, 12, 14, dan 16 setelah tanam masing-masing selama 1 minggu  
*Water was drained at 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, and 16<sup>th</sup> week after planting for 1 week respectively*

Seluruh pupuk diberikan sehari sebelum tanam, kecuali urea pada saat sebelum tanam, 30 hari setelah tanam (HST), dan 45 HST masing-masing sepertiga bagian dan pupuk KCl diberikan pada saat sebelum tanam dan 30 HST masing-masing setengah bagian. Sebelum pemupukan contoh tanah komposit diambil dari tiap ulangan untuk analisis pendahuluan. Bibit padi berumur 21 hari ditanam sebanyak 3 tanaman/lubang dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm pada petak perlakuan berukuran 4 m x 5 m.

Tinggi dan jumlah anakan tanaman sebanyak 10 rumpun contoh dari setiap petak perlakuan diukur pada umur 30 dan 45 HST serta saat primordia. Menjelang panen, anakan produktif dari 10 rumpun contoh dihitung. Sepuluh rumpun contoh dipanen, kemudian gabah +jerami basahnya ditimbang. Setelah gabahnya dirontokkan, gabah

basah ditimbang kemudian gabah dan jerami dikeringkan. Selanjutnya, gabah kerjng kotor, bersih, dan jerami kering ditimbang. Rumpun padi di setiap petak perlakuan dipanen mulai baris ketiga ke arah dalam, kemudian gabah +jerami basah ditimbang. Setelah gabahnya dirontokkan, gabah ditimbang dan kadar airnya diukur dengan menggunakan *moisture tester*.

Dari 10 rumpun contoh tanaman yang dipanen, contoh tanaman diambil secara komposit dan dimasukkan ke dalam kantong kertas berlabel. Selanjutnya contoh tanaman dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam untuk analisis serapan hara tanaman. Serapan hara tanaman yang dianalisis meliputi kadar N, P, K, Ca, dan Mg serta Fe. Seluruh contoh dianalisis dengan metode destruksi basah menggunakan ekstrak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N dan Fe), HNO<sub>3</sub> dan HClO<sub>4</sub> (P, K, Ca, dan Mg).

Setelah panen, contoh tanah komposit dari setiap petak perlakuan diambil dan dimasukkan ke dalam kantong plastik berlabel untuk dianalisis sifat-sifat kimia tanahnya. Sifat-sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi: C-organik (Kurmies), N-organik (Kjeldahl), P (HCl 25% dgn Bray 1 ), K (HCl 25% dan NH<sub>4</sub>OAc pH 7,0), Ca, Mg, Na, dan kapasitas tukar kation tanah (NH<sub>4</sub>OAc pH 7,0), kejenuhan basa (NaCl 10%), dan Fe (dithionit). Hasil analisis pendahuluan tanah Inceptisols dari Muarabeliti, Sumatera Selatan dan Ultisols dari Tatakarya, Lampung disajikan pada Tabel 2. Sedangkan hasil analisis bahan organik jerami yang digunakan pada percobaan lapang disajikan pada Tabel 3.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tanah sawah di Muarabeliti telah dibuka sejak tahun 1992 dan pada saat penelitian berlangsung telah memasuki musim kelima (tahun III). Sedang di Tatakarya dibuka sejak tahun 1993 dan saat penelitian berlangsung memasuki musim ketiga (tahun II). Penelitian Yusuf *et al.* (1990) di tanah Oxisols Sitiuing, Sumatera Barat

**Tabel 2.** Sifat-sifat tanah lapisan atas (0-20 cm) tanah Inceptisols Muarabeliti dan Ultisols Tatakarya sebelum percobaan

*Table 2. Top soils (0-20 cm) characteristics of Inceptisols Muarabeliti and Ultisols Tatakarya before field experiment*

Sifat tanah	Inceptisols Muarabeliti	Ultisols Tatakarya	Metode/ Ekstraksi
<b>Tekstur</b>			
Pasir (%)	6	20	Pipet
Debu (%)	24	27	Pipet
Liat (%)	70	53	Pipet
pH H <sub>2</sub> O	5,3	4,8	pH meter
pH KCl	4,7	4,1	pH meter
<b>Bahan organik</b>			
C (%)	2,19	1,49	Kurmies
N (%)	0,24	0,12	Kjedahl
C/N	9	12	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	76	92	HCl 25%
K <sub>2</sub> O (mg/100g)	25	4	HCl 25%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	1,3	35,4	Bray 1
<b>Nilai tukar kation</b>			
Ca (me/100g)	6,67	2,50	NH <sub>4</sub> Oac pH 7,0
Mg (me/100g)	2,97	0,52	NH <sub>4</sub> Oac pH 7,0
K (me/100g)	0,46	0,06	NH <sub>4</sub> Oac pH 7,0
Na (me/100g)	0,22	0,08	NH <sub>4</sub> Oac pH 7,0
KTK/CEC (me/100g)	21,63	7,93	NH <sub>4</sub> Oac pH 7,0
Kejenuhan basa (%)	49	40	NaCl 10%
Fe (%)	0,97	0,85	Dithionit
Fe (%)	1,52	0,37	Oksalat
Al (%)	0,89	0,25	Oksalat

menunjukkan bahwa hasil tanaman relatif stabil setelah pertanaman tahun kelima. Dengan demikian kedua tanah di lokasi penelitian kemungkinan masih terdapat kendala-kendala yang berhubungan dengan sawah baru.

### Sifat-sifat tanah

#### *Sebelum tanam*

Tanah sawah di Muarabeliti menurut Soil Survey Staff (1999) termasuk ordo Inceptisols, sedangkan di Tatakarya termasuk ordo Ultisols. Dengan demikian tanah sawah di Tatakarya mempunyai tingkat perkembangan yang lebih lanjut dibandingkan tanah sawah di Muarabeliti. Hasil analisis tanah kedua lokasi tersebut disajikan pada Tabel 2. Sifat-sifat Inceptisols di Muarabeliti yang bertekstur liat berlempung menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah (1983) mempunyai pH agak

masam, kandungan C-organik dan N-total sedang. P-total (HCl 25%) yang tinggi tetapi P-tersedia (Bray 1) rendah menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai retensi P yang tinggi. K-total (HCl 25%) dan K-dd termasuk sedang. Kadar basa-basa dapat dipertukarkan seperti Ca, Mg, K, dan Na, kejenuhan basa (KB) dan kapasitas tukar kation (KTK) termasuk sedang. Dari uraian tersebut tampak bahwa tingkat kesuburan tanah tersebut termasuk sedang, dengan pembatas utama tingkat ketersediaan P yang rendah.

Tanah Ultisols di Tatakarya yang bertekstur liat berlempung mempunyai pH masam, kandungan C-organik dan N-total rendah, P-total dan P-tersedia tinggi, sedangkan K-total dan K-dd sangat rendah. Kadar basa-basa dapat dipertukarkan: Ca, Mg, K, dan Na; KB; dan KTK semuanya rendah. Tingkat kesuburan tanah ini termasuk rendah dengan faktor pembatas utama: kadar C-organik, kadar basa-basa dan kapasitas tukar kation tanah. Tingkat kesuburan Ultisols di Tatakarya lebih rendah daripada Inceptisols di Muarabeliti karena bahan induknya lebih miskin dan tingkat pelapukan atau pencuciannya lebih intensif. Tingkat pencucian Ultisols di Tatakarya yang intensif ditandai dengan rendahnya kadar bahan organik dan basa-basa tanah sehingga tanah menjadi masam.

Untuk meningkatkan produktivitas kedua tanah tersebut, perlu dilakukan penambahan pupuk anorganik dan bahan amelioran seperti bahan organik, kapur dan lain-lain. Penambahan pupuk dimaksudkan agar ketersediaan hara meningkat. Sedang pemberian bahan amelioran selain sebagai sumber hara juga yang lebih penting adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan hara. Sumber bahan organik jerami selalu tersedia di lapangan, oleh karena itu sangat dianjurkan agar jerami ini dikembalikan ke lahan sawah. Jerami mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, baik hara makro: N, P, K, Ca, Mg, dan S maupun hara mikro: Fe, Mn, Cu, dan Zn. Jerami mengandung hara K 1,26 % yang termasuk tinggi (Tabel3).

Tabel 3. Sifat-sifat bahan organik jerami padi yang digunakan untuk percobaan lapang

Table 3. Characteristics of organic matter from rice straw for field experiment

Jenis analisis	Nilai	Metode/ekstraktan
C-organik (%)	37,0	Modifikasi Kurnies (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
Unsur makro		
N (%)	1,02	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
P (%)	0,11	HNO <sub>3</sub> dan HClO <sub>4</sub>
K (%)	1,26	HNO <sub>3</sub> dan HClO <sub>4</sub>
Ca (%)	0,31	HNO <sub>3</sub> dan HClO <sub>4</sub>
Mg (%)	0,14	HNO <sub>3</sub> dan HClO <sub>4</sub>
S (%)	0,17	HNO <sub>3</sub> dan HClO <sub>4</sub>
Unsur mikro		
Fe (ppm)	356	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Mn (ppm)	402	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Cu (ppm)	3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Zn (ppm)	15	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Kadar Fe-dithionit kedua tanah tersebut relatif tinggi, yakni 0,97% pada tanah Muarabeliti dan 0,85% tanah Tatakarya (Tabel 2). Pada tanah sawah, kondisi reduktif menyebabkan reduksi Fe III menjadi Fe II sehingga kelarutan Fe II tinggi yang dapat meracuni tanaman. Perlakuan pengairan terputus dapat membuang unsur-unsur beracun seperti Fe dan Mn (Widowati *et al.*, 1997) serta dapat mengurangi laju reduksi Fe III menjadi Fe II (Yusuf *et al.*, 1992).

**Setelah panen**

Perlakuan olah tanah tidak berpengaruh terhadap pH, nilai tukar kation, kejenuhan basa, dan kadar besi bebas tanah, baik pada Inceptisols di Muarabeliti maupun Ultisols di Tatakarya. Perlakuan pengairan terputus pada Inceptisols di Muarabeliti menurunkan kadar Ca-dd, dan K-dd pada perlakuan olah tanah, sedangkan pada Ultisols di Tatakarya, perlakuan tersebut selain menurunkan kadar Ca-dd dan K-dd, juga menurunkan kadar Mg-dd dan kejenuhan basa, baik pada perlakuan olah tanah maupun tanpa olah tanah. Pemberian jerami padi, pupuk KCl,

kombinasi pupuk KCl dan dolomit masing-masing dapat meningkatkan kadar K-dd dan K-HCl tanah (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh pengolahan tanah, pengairan terputus dan pemupukan terhadap pH, kadar Ca, Mg, dan K, kejenuhan basa (KB), dan kadar Fe tanah Inceptisols Muarabeliti dan Ultisols Tatakarya

Table 4. Effect of soil tillage, intermittent drainage, and fertilization on soil pH, exchangeable Ca, Mg, K, base saturation, and Fe on Inceptisols of Muarabeliti and Ultisols of Tatakarya

Perlakuan	pH H <sub>2</sub> O	me/100 g			mg K <sub>2</sub> O/100g		Fe-dithionit %
		Ca	Mg	K	K-HCl	KB	
<b>Inceptisols dari Muarabeliti</b>							
<b>Petak utama</b>							
TOT/TT	4,8	3,50	1,61	0,13	11	22	0,20
DOT/TT	4,8	3,68	1,70	0,19	14	24	0,20
TOT/DT	5,1	3,58	1,86	0,16	13	23	0,20
DOT/DT	4,8	3,54	1,69	0,14	10	23	0,19
<b>Anak petak</b>							
O	4,9	3,64	1,72	0,12	11	23	0,20
Jerami	4,8	3,64	1,76	0,19	13	24	0,20
K	4,9	3,57	1,73	0,13	14	24	0,20
K + dolomit	4,9	3,44	1,66	0,17	13	21	0,19
<b>Ultisols dari Tatakarya</b>							
<b>Petak utama</b>							
TOT/TT	4,9	2,43	0,51	0,18	8	40	0,11
DOT/TT	5,1	1,90	0,38	0,14	5	37	0,12
TOT/DT	4,8	1,71	0,34	0,10	9	47	0,09
DOT/DT	5,1	1,59	0,27	0,08	6	33	0,11
<b>Anak petak</b>							
O	4,9	1,78	0,34	0,11	6	41	0,12
Jerami	5,0	1,92	0,39	0,13	8	39	0,10
K	5,0	1,83	0,35	0,18	8	42	0,10
K + dolomit	4,9	2,12	0,43	0,14	8	40	0,11

Pada kedua tanah yang diteliti, perlakuan olah tanah dan pengairan terputus masing-masing tidak berpengaruh terhadap kadar bahan organik, P-HCl, P-Bray 1 dan kapasitas tukar kation tanah. Pemberian pupuk KCl dan kombinasi pupuk KCl dan dolomit juga tidak berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah tersebut. Pemberian bahan organik jerami selain meningkatkan kadar C-organik tanah juga meningkatkan KTK tanah (Tabel 5).

Pengolahan tanah relatif tidak berpengaruh terhadap sifat fisik tanah karena pengolahan tanah memang ditujukan untuk membuat struktur tanah ber lumpur. Pada kondisi seperti ini akar tanaman tumbuh dengan baik sehingga serapan hara efektif. Perlakuan pengairan terputus, ditujukan agar unsur atau senyawa yang bersifat racun, seperti Fe II dan

**Tabel 5.** Pengaruh pengolahan tanah, pengairan terputus dan pemupukan terhadap bahan organik, P-HCl, P-Bray 1 dan kapasitas tuker kation tanah Inceptisols Muarabeliti dan Ultisols Tatakarya

Table 5. Effect of soil tillage, intermittent drainage, and fertilization on soil organic-C, HCl-P, Bray 1-P, and cation exchange capacity on Inceptisols Muarabeliti and Ultisols Tatakarya

Perlakuan	C		P-HCl	P-Bray 1	KTK
	%		mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	me/100g
<b>Inceptisols dari Muarabeliti</b>					
Petak utama					
TOT/TT	2,79	0,32	140	51	24,62
DOT/TT	2,79	0,31	142	52	24,52
TOT/DT	2,83	0,31	137	59	25,97
DOT/DT	2,85	0,31	134	48	24,45
Anak petak					
O	2,75	0,31	138	57	20,86
Jerami	2,88	0,32	141	58	24,98
K	2,83	0,31	135	50	23,91
K + dolomit	2,80	0,31	139	55	25,81
<b>Ultisols dari Tatakarya</b>					
Petak utama					
TOT/TT	1,53	0,14	43	57	6,74
DOT/TT	1,36	0,13	35	41	5,65
TOT/DT	1,20	0,13	47	34	6,22
DOT/DT	1,68	0,14	37	31	6,65
Anak petak					
O	1,40	0,10	41	46	5,11
Jerami	1,60	0,10	41	43	6,53
K	1,30	0,10	37	36	6,31
K + dolomit	1,40	0,10	42	37	6,50

Mn II, terbuang. Namun ternyata, bukan hanya unsur atau senyawa yang beracun yang terbuang, unsur hara yang diperlukan tanaman seperti kation Ca, Mg, dan K juga ikut terbuang. Penelitian di rumah kaca yang menggunakan tanah Ultisols dari Bandar Abung (Lampung) dan Tapin (Kalimantan Selatan) menunjukkan bahwa hara N, K, Ca, Mg, dalam jumlah yang relatif tinggi ikut terbuang bersamaan dengan air pengairan (Widowati *et al.*, 1997). Dengan demikian perlakuan pengairan terputus ini harus hati-hati, perlu memperhatikan waktu dan cara pemupukan agar jumlah hara yang terbuang dapat ditekan.

Pupuk K yang diberikan ke dalam tanah selain diserap langsung oleh tanaman, sebagian juga

dierap oleh tanah, sehingga masih meninggalkan residunya hingga panen. Selain sebagai sumber bahan organik, jerami padi juga merupakan sumber kalium tanah. Tabel 3 menunjukkan bahwa jerami mengandung 37% C-organik dan 1,28% K. Bahan organik merupakan sumber KTK tanah, sehingga dengan sendirinya KTK tanah meningkat akibat pemberian bahan organik.

### Serapan hara tanaman

Serapan hara tanaman merupakan indikator efisiensi penggunaan hara oleh tanaman. Pada Tabel 6 tampak bahwa pengolahan tanah relatif tidak berpengaruh terhadap serapan hara tanaman. baik pada Inceptisols di Muarabeliti maupun Ultisols di Tatakarya. Selanjutnya perlakuan pengairan terputus dapat menurunkan serapan Fe-tanaman pada perlakuan olah tanah di tanah Inceptisols Muarabeliti dan pada perlakuan tanpa olah tanah di tanah Ultisols Tatakarya. Pemberian jerami, pupuk K, dan kombinasi pupuk K dengan dolomit, masing-masing meningkatkan serapan K-tanaman, baik pada Inceptisols di Muarabeliti maupun Ultisols di Tatakarya.

Telah dikemukakan bahwa pengolahan tanah relatif tidak berpengaruh terhadap sifat-sifat kimia tanah (Tabel 4 dan 5). Sedang perlakuan pengairan terputus dapat menurunkan kadar Fe-bebas tanah, sehingga serapannya juga menurun. Sementara itu, baik jerami maupun pupuk K dapat meningkatkan K tanah, yang ditandai oleh kadar K-HCl maupun K-dd yang meningkat, akibat pemberian kedua bahan tersebut. Peningkatan ketersediaan K tanah inilah yang menyebabkan serapan hara tanaman juga meningkat.

### Pertumbuhan dan hasil tanaman

#### *Inceptisols dari Muarabeliti*

Pada Tabel 7 tampak bahwa perlakuan olah tanah dan pengairan terputus, masing-masing tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan

**Tabel 6. Serapan hara tanaman padi sawah pada Inceptisols Muarabeliti dan Ultisols Tatakarya**

**Table 6. Rice plant nutrients uptake on Inceptisols Muarabeliti and Ultisols Tatakarya**

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Fe
	%					ppm
<b>Inceptisols dari Muarabeliti</b>						
<b>Petak utama</b>						
TOT/TT	0,73	0,07	3,32	0,18	0,15	288
DOT/TT	0,78	0,08	2,98	0,21	0,13	240
TOT/DT	0,78	0,06	2,95	0,23	0,14	287
DOT/DT	0,76	0,05	3,42	0,20	0,14	206
<b>Anak petak</b>						
O	0,76	0,06	2,93	0,21	0,15	260
Jerami	0,72	0,06	3,32	0,20	0,14	219
K	0,73	0,06	3,31	0,22	0,14	245
K + dolomit	0,75	0,08	3,11	0,19	0,13	237
<b>Ultisols dari Tatakarya</b>						
<b>Petak utama</b>						
TOT/TT	1,15	0,09	2,32	0,15	0,14	6,74
DOT/TT	1,33	0,09	1,84	0,16	0,14	5,65
TOT/DT	1,35	0,09	1,83	0,16	0,15	6,22
DOT/DT	1,60	0,09	2,12	0,20	0,17	6,65
<b>Anak petak</b>						
O	1,40	0,09	1,88	0,16	0,16	5,11
Jerami	1,47	0,09	2,01	0,15	0,15	6,53
K	1,28	0,09	2,04	0,18	0,15	6,31
K + dolomit	1,28	0,09	2,18	0,17	0,14	6,50

jumlah anakan pada umur 30 hari setelah tanam (HST) dan primordia, jumlah anakan produktif, serta hasil jerami dan gabah kering. Pemberian bahan organik jerami, pupuk K, dan kombinasi pupuk K dengan dolomit, masing-masing nyata meningkatkan tinggi dan jumlah anakan umur primordia dan hasil gabah.

Perlakuan olah tanah dan pengairan terputus, masing-masing tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman walaupun pertumbuhan dan hasil tanaman relatif lebih baik pada perlakuan pengairan terputus dibandingkan dengan tergenang terus pada kondisi tanah diolah. Hal ini menunjukkan bahwa faktor olah tanah dan pengairan terputus bukan merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman pada tanah ini. Kemungkinan struktur tanah relatif sudah baik, dan

konsentrasi senyawa-senyawa toksik relatif rendah sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tanaman.

Pemberian jerami, pupuk K, dan kombinasi pupuk K dan dolomit yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut sangat diperlukan tanaman. Kadar bahan organik tanah ini hanya 2,19% (Tabel 5), masih perlu ditambahkan lagi. Bahan organik jerami sangat penting, selain sebagai penutup tanah, terutama hara kalium, juga dapat membuat kondisi tanah lebih kondusif untuk pertumbuhan tanaman. Demikian pula tanah ini mempunyai kadar Ca, Mg, K dapat dipertukarkan yang relatif rendah, berturut-turut 0,67, 2,97, dan 0,46 me/100 g (Tabel 5). Pemberian pupuk K dan dolomit sebagai sumber kation Ca dan Mg dapat meningkatkan ketersediaan ketiga hara tersebut, sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat. Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian bahan organik jerami dan pupuk K masing-masing dapat meningkatkan kadar C-organik, K, dan KTK tanah. Selain itu pemberian bahan tersebut dapat meningkatkan serapan K-tanaman. Faktor-faktor itulah yang menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat.

**Ultisols dari Tatakarya**

Pengolahan tanah nyata meningkatkan tinggi dan jumlah anakan pada umur 30 HST serta hasil jerami kering, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter lainnya. Sedangkan perlakuan pengairan terputus tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Sementara itu pemberian jerami padi, pupuk K, dan kombinasi pupuk K dengan dolomit masing-masing berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 36 HST, hasil jerami dan gabah kering.

Seperti halnya pada Inceptisols dari Muarabeliti, perlakuan pengairan terputus pada Ultisols di Tatakarya tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa manfaat perlakuan pengairan terputus (membuang unsur/senyawa beracun) tidak

**Tabel 7.** Tinggi tanaman, jumlah anakan, dan hasil panen pada tanah Inceptisols di Muarabeliti dan Ultisols di Tatakarya

*Table Rice plant height, tillering, and yield of Inceptisols in Muarabeliti and Ultisols in Tatakarya*

Perlakuan	Tinggi tanaman		Jumlah anakan			Hasil panen	
	30 HST	Primordia	30 HST	Primordia	Produktif	Jerami	Gabah
	cm					ku/ha	
<b>Inceptisols Muarabeliti</b>							
Petak utama							
TOT/TT	47,7 a*	63,8 a	17,9 a	20,9 a	13,7 a	80,1 a	42,5 a
DOT/TT	52,4 a	64,7 a	19,0 a	22,0 a	13,1 a	76,3 a	39,7 a
TOT/DT	50,7 a	64,6 a	19,1 a	22,2 a	14,6 a	78,6 a	42,0 a
DOT/DT	52,6 a	64,8 a	19,1 a	22,7 a	13,9 a	77,6 a	41,5 a
CV (%)	11,5	5,7	7,8	4,1	12,0	14,3	11,6
Anak petak							
0	50,6 a	64,1 a	18,5 a	21,6 a	13,4 a	80,2 a	39,0 a
Jerami	51,6 a	65,8 b	19,2 a	22,7 a	13,0 a	75,7 a	41,1 b
K	50,9 a	63,1 a	18,7 a	21,6 a	13,8 a	78,9 a	41,8 b
K + dolomit	50,2 a	65,1 ab	18,7 a	21,9 a	15,0 a	77,6 a	41,9 b
CV (%)	3,8	3,1	5,1	4,1	9,5	9,0	4,7
<b>Ultisols Tatakarya</b>							
Petak utama							
TOT/TT	38,2 a	68,7 a	12,7 a	13,2 a	11,3 a	61,3 a	61,3 a
DOT/TT	45,0 b	70,9 a	16,4 b	13,0 a	11,4 a	76,6 b	64,2 ab
TOT/DT	37,0 a	65,8 a	14,9 ab	14,2 a	12,3 a	59,9 a	61,1 a
DOT/DT	47,3 bc	70,7 a	16,9 b	13,6 a	12,0 a	66,0 ab	66,5 ab
CV (%)	5,7	6,0	9,7	4,1	11,5	14,1	12,6 a
Anak petak							
0	39,7 a	67,6 a	14,5 a	13,5 a	11,7 a	62,9 a	59,2 a
Jerami	42,8 b	70,1 a	14,9 a	13,7 a	12,0 a	70,9 b	66,3 b
K	42,1 b	68,4 a	14,8 a	13,2 a	11,5 a	63,7 a	62,9 ab
K + dolomit	42,9 b	70,0 a	14,9 a	13,7 a	11,8 a	66,3 ab	64,6 b
CV (%)	7,4	3,9	9,4	4,1	8,0	13,8	9,1

\*Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT  
Value in one column, followed by same letters are not significantly different at 5 % Duncan Multiple Range Test.

penting, karena konsentrasi unsur atau senyawa beracun tersebut relatif rendah, sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tanaman. Perlakuan pengairan terputus tidak berpengaruh terhadap kadar Fe-tanah (Tabel 4) dan serapan Fe-tanaman (Tabel 6). Perlakuan pengolahan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Namun demikian hasil gabah lebih baik pada perlakuan tersebut daripada tanpa olah tanah. Berbeda dengan Inceptisols dari Muarabeliti, perlakuan pengolahan tanah pada Ultisols dari Tatakarya penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kemungkinan struktur tanah Ultisols dari Tatakarya relatif kurang baik dibandingkan tanah Inceptisols dari Muarabeliti.

Pemberian jerami padi, pupuk K, dan kombinasi pupuk K dan dolomit pada Ultisols di

Tatakarya nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut sangat diperlukan tanaman. Kadar bahan organik tanah ini hanya 1,49% (Tabel 5), masih perlu ditambahkan lagi. Bahan organik jerami ini sangat penting, selain sebagai pensuplai hara, juga dapat membuat kondisi tanah lebih kondusif untuk pertumbuhan tanaman. Tanah ini juga mempunyai kadar Ca, Mg, K dapat dipertukarkan yang relatif rendah, bahkan lebih rendah daripada Inceptisols dari Muarabeliti. Nilai tukar kation tanah ini berturut-turut Ca, Mg, dan K sebesar 2,50, 0,52, dan 0,06 me/100 g (Tabel 5). Pemberian K dan dolomit sebagai sumber kation Ca dan Mg dapat meningkatkan ketersediaan ketiga hara tersebut, sehingga pertumbuhan tanaman lebih efektif. Penelitian di rumah kaca menunjukkan hasil

yang sama, yaitu pemberian bahan organik jerami padi dan pupuk K dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah pada Ultisols di Bandar Abung dan Tapin (Widowati *et al.*, 1997) serta pada tanah Ultisols di Dorowati, Lampung dan Inceptisols di Indramayu, Jawa Barat (Hartatik *et al.*, 1997).

### KESIMPULAN

1. Sifat-sifat kimia tanah, serapan hara tanaman, pertumbuhan tanaman, dan hasil jerami serta gabah kering tidak berbeda nyata antara perlakuan tanpa dan dengan olah tanah pada kedua tanah yang diteliti. Namun pada Ultisols di Tatakarya, hasil jerami dan gabah kering pada perlakuan olah tanah lebih baik daripada tanpa olah tanah.
2. Perlakuan pengairan terputus pada Inceptisols di Muarabeliti menurunkan kadar Ca-dd, dan K-dd pada kondisi tanah diolah, sedangkan pada Ultisols di Tatakarya, perlakuan tersebut selain menurunkan kadar Ca-dd dan K-dd juga menurunkan kadar Mg-dd dan kejenuhan basa, baik pada kondisi tanah diolah maupun tidak.
3. Pemberian jerami padi 5.000 kg/ha meningkatkan kadar C-organik, K-dd, K-HCl, dan KTK tanah; serapan K-tanaman; dan hasil jerami serta gabah kering pada kedua tanah yang diteliti. Pemberian pupuk KCl 150 kg/ha dan kombinasinya dengan dolomit 50 kg/ha pada Inceptisols di Muarabeliti, masing-masing meningkatkan kadar K-HCl dan K-dd tanah, serta hasil gabah kering, sedangkan pada Ultisols di Tatakarya selain meningkatkan parameter-parameter tersebut, juga meningkatkan hasil jerami kering.

### DAFTAR PUSTAKA

**Adiningsih, J.S. 1992.** Peranan Efisiensi Penggunaan Pupuk untuk Melestarikan Swasembada Pangan. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor .

**Anonimous. 1992.** Vadenekum Sumber Daya Tahun 1992. Ditjen Pertanian Tanaman Pangan Jakarta. 16p.

**Biro Pusat Statistik. 1991.** Statistik Indonesia 1991. Biro Pusat Statistik, Jakarta.

**Hartatik, W., L.R. Widowati, dan Sulaeman. 1997.** Pengaruh potensial redoks terhadap ketersediaan hara pada tanaman padi sawah. hlm. 19-38 *dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bidang Kimia dan Biologi Tanah. Cisarua. Bogor. 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

**Ismunadji, M. dan S. Roechan. 1998.** Hara mineral tanaman padi. hlm. 231-270 *dalam* Padi Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

**Kretosastro, D. 1990.** Peranan program transmigrasi dalam menunjang kelestarian swasembada pangan. hlm 75-106 *dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Padang, 17-18 September 1990. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Sukarami.

**Nursyamsi, D., D. Setyorini, dan J. Sri Adiningsih. 1995.** Pengelolaan hara dan pengaturan pengairan untuk menanggulangi kendala produktivitas sawah baru. hlm. 113-127 *dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Buku III. Bidang Kesuburan dan Produktivitas Tanah. Cisarua, Bogor, 26-28 September 1995. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

**Pusat Penelitian Tanah. 1983.** Lampiran TOR No.59b/1983 Klasifikasi Kesesuaian Lahan Proyek Penelitian Menunjang Transmigrasi. Bogor. (Tidak dipublikasikan).

**Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1993.** Laporan Penelitian Potensi dan Tingkat Kesesuaian Lahan dan Penyebarannya untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah, Tadah Hujan, dan Padi Gogo. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 48p. (Tidak dipublikasikan).

- Siswanto, A.B., N. Prasodjo, S. Candradinata, S. Jomantara, Sulaeman, D. Santoso, dan J. Sri Adiningsih. 1993.** Laporan Penelitian dan Tingkat Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Tanaman Padi. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 44p. (Tidak dipublikasikan) .
- Soil Survey Staff. 1999.** Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Yusuf, A., S. Djakamiharja, G. Satari, dan S. Djakasutami. 1990.** Pengaruh pH dan Eh tanah terhadap kelarutan Fe, Al, dan Mn pada lahan sawah bukaan baru jenis Oxisol, Sitiung. hlm. 237- 264 *dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Padang, 17-18 September 1990. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Sukarami.
- Widowati, L.R., D. Nursyamsi, dan J. Sri Adiningsih. 1997.** Perubahan sifat kimia tanah dan pertumbuhan padi pada lahan sawah baru di rumah kaca. *Jurnal Tanah dan Iklim* 15:50-60.
- Widjaja-Adhi, I P.G. 1985.** Pengapuran tanah masam untuk kedelai. hlm. 171-188 *dalam* Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor .