
Pengkajian Teknologi Pengelolaan Air Pada Budidaya Padi di Lahan Sawah Bukaan Baru

Busyra Buyung Saidi, Jon Hendri dan Suci Primilestari

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, Indonesia

Email corresponding author: busyra_sidi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dalam rangka mempertahankan swasembada beras dan memantapkan ketahanan pangan nasional pemerintah telah membuka sekitar 3.2 juta ha areal sawah baru di Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Pada periode 2011-2014 telah mencetak sawah seluas 385.100 ha. Di Provinsi Jambi (Kabupaten Merangin) pada tahun 2015-2016 telah dicetak sawah seluas 2.750 ha. Penggunaan air sawah bukaan baru terbilang boros sehingga dibutuhkan pengelolaan air yang tepat untuk mendukung pertumbuhan dan produksi padi sawah bukaan baru. Pengkajian Teknologi Pengelolaan Air Pada Budidaya Padi di Lahan Sawah Bukaan Baru dilaksanakan di Desa Rejo Sari kecamatan Pamenang Kabupaten Merangin pada tahun 2017. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengelolaan air secara terputus (*intermittent*) atau pengairan basah kering (PBK) terhadap perubahan sifat kimia tanah serta pertumbuhan dan produksi tanaman padi pada lahan sawah bukaan baru. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan yaitu : Pengelolaan air terdiri dari (1) Pengairan cara petani setempat (PCP) sejak tanam sampai 15 hari menjelang panen, (2) PBK mulai 4 - 51 HST dan pengairan penuh pada 51 HST sampai menjelang panen, dan (3) PBK mulai 4 - 96 HST dan pengeringan pada 96 - 105 HST. Rekomendasi pupuk berdasarkan hasil pengukuran dengan PUTR (Perangkat Uji Tanah Rawa). Analisis data dengan metode analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%. Hasil pengkajian diperoleh bahwa tanah lokasi pengkajian mempunyai tekstur liat, pH tanah masam, kandungan Fe tinggi, kandungan hara dan kejenuhan basa rendah. Dengan Pengairan Basah Kering mulai 4-95 HST dan pengeringan pada 96-105 HST memberikan produksi tertinggi dari ketiga sistem pengairan yang diuji. Pengelolaan air dengan sistem PBK mulai 4 - 95 HST dan pengeringan pada umur tanaman padi 96 - 105 HST, dapat meningkatkan hasil sebesar 27,1% dibandingkan dengan cara petani (pengairan terus menerus).

Kata Kunci: Sawah bukaan baru, pengelolaan air, padi sawah, Jambi

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk yang semakin pesat dari tahun ke tahun berimplikasi terhadap kebutuhan bahan pangan yang juga semakin meningkat. Di lain pihak konversi lahan-lahan sawah produktif ke lahan non pertanian seperti pemukiman, perkotaan dan pembangunan infrastruktur serta kebutuhan lainnya tidak dapat dihindari khususnya di wilayah pulau Jawa. Hal ini mendorong pemerintah untuk mencari lahan potensial yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah adalah dengan pencetakan sawah baru. Agus dan Irawan (2006) memperkirakan bahwa tahun 2025 Indonesia akan harus mengimpor 259 11,4 juta ton beras jika konversi lahan sawah berjalan secepat 190.000 ha/tahun dan pencetakan sawah mencapai 100.000 ha/ tahun.

Dalam Program ekstensifikasi areal persawahan ke luar Jawa, Pemerintah telah membuka sekitar 3.2 juta ha areal sawah baru di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi (Suriadikarta dan Hartatik, 2004). Selama jangka waktu 5 tahun (2006-2010), Kementerian Pertanian (Direktorat Jenderal PLA) telah mencetak sawah seluas 69.102 ha dan pada periode 2011-2014 juga dicetak seluas 362.100 ha. Khususnya di Provinsi Jambi, telah dicetak seluas 2.500 ha sawah di 8 kabupaten/kota. Kabupaten Tebo 500 ha, Sarolangun 500 ha, Merangin 500 ha, Bungo 200 ha, Batanghari 300 ha, Tanjung Jabung Barat, Kerinci 230 ha dan Sungai Penuh 100 ha (Dirjen PSP, 2013). Dalam pemanfaatan lahan sawah yang baru dibuka tersebut, banyak masalah yang ditemui di lapangan terutama menyangkut pertumbuhan dan berproduksinya tanaman.

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⁺, 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)

Lahan bukaan baru merupakan perubahan dari lahan kering menjadi lahan basah. Penggenangan pada lahan mineral masam bukaan baru menyebabkan terjadinya reduksi besi feri menjadi besi fero. Konsentrasi besi fero setelah sekitar 3-4 minggu penggenangan meningkat sampai 600 ppm, pada kondisi ini kadar Fe dapat meracuni tanaman padi. Keracunan besi ini mengakibatkan produksi rendah atau bahkan tanaman tidak berproduksi. Selain itu pada sawah bukaan baru yang keracunan besi umumnya juga menunjukkan kahat unsur hara yang lain, hal ini sebagai akibat pH tanah berkisar 3-7,2, kadar besi dan Mn tinggi, sedangkan kadar P, K, Ca, Mg dan Zn rendah. Disamping itu penggenangan yang terus menerus pada tanah sawah pada pH tanah yang rendah, akan mendorong penyerapan fero berlebihan oleh akar tanaman padi, sehingga pada konsentrasi besi yang tinggi dalam larutan tanah dapat menekan serapan unsur hara lain seperti P dan K. Gejala spesifik keracunan besi timbul bila kadar besi dalam tanaman lebih dari 300 ppm (Ismunaji dan Sismiyati, 1988). Gejala keracunan dapat pula terjadi pada berbagai fase pertumbuhan tanaman padi, baik pada fase pertunasan, bunting maupun setelah masa pembungaan. Pada keadaan sangat parah, perkembangan akar terhambat, jumlah bulir per malai rendah, sehingga pada gilirannya hasil akan menurun.

Untuk mengendalikan keracunan besi tersebut diperlukan: (1) perbaikan lingkungan tumbuh (pengendalian drainase dan pencucian serta ameliorasi dan pemupukan), (2) perbaikan sifat fisik tanah, dan (3) penggunaan varietas padi yang adaptif.

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 (Hartatik *et al.*, 1997; Widowati *et al.*, 1997).

Dengan berbagai masalah yang dihadapi, apabila budidaya padi pada sawah bukaan baru dilakukan, maka diperlukan paket teknologi yang adaptif yang dapat meningkatkan produktivitas padi sawah bukaan baru diantaranya ameliorasi dan pemupukan, teknologi pengelolaan air irigasi serta penggunaan varietas unggul yang adaptif.

Tujuan pengkajian ini adalah untuk mendapatkan teknologi peningkatan produktivitas padi pada sawah bukaan baru melalui pengelolaan lahan air. Dengan didapatkannya teknologi pengelolaan air pada lahan sawah bukaan baru diharapkan akan meningkatkan produksi dan pendapatan petani wilayah kajian.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu

Pengkajian dilaksanakan di Kabupaten Merangin pada tahun 2017, di Desa Rejo Sari, Kecamatan Pamenang, Kabupaten Merangin. Luas sawah bukaan baru di Desa ini 40 ha yang dicitak ada tahun 2016. Luas lahan pengkajian 4 ha.

Bahan dan alat yang diperlukan pada pengkajian ini berupa pupuk organik dan anorganik, benih padi varietas Inpara 3, Pestisida, plastik pagar, bor tanah, kayu pancang, meteran, kertas label, timbangan, Bagan Warna Daun (BWD), dan Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR) (Balai Penelitian Tanah, 2017).

2.2. Metodologi/Rancangan

Secara umum metodologi pelaksanaan Kajian berdasarkan pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi pada sawah bukaan baru (Badan Litbang Pertanian, 2007). Komponen teknologi yang akan diuji adalah pengelolaan air dengan sistem pengairan terputus (*intermitten*). Pengairan ini disebut juga pengairan basah-kering (PBK) yaitu pengaturan air di lahan pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian. Dari pengkajian ini akan dilakukan beberapa cara pengelolaan air yaitu:

- 1 Pengairan cara petani setempat (PCP) sejak tanam sampai 15 hari menjelang panen
- 2 Pengairan basah kering (PBK) mulai 4 hari setelah tanam (HST) dan pengairan penuh 51 – 95 HST.
- 3 Pengairan Basah Kering (PBK) mulai 4 hari setelah tanam (HST) dan pengeringan 96 – 105 HST

Cara pengairan berselang (PBK) adalah sebagai berikut:

- Tanam bibit dalam kondisi sawah macak macak.
- Secara berangsur tanah diairi ± 5 cm sampai tanaman berumur 10 hari.
- Biarkan sawah mengering sendiri, tanpa diairi (biasanya 5-6 hari).
- Setelah permukaan tanah retak selama 1 hari, sawah kembali diairi setinggi ± 5 cm.
- Biarkan sawah mengering sendiri, tanpa diairi (5-6 hari) lalu diairi setinggi ± 5 cm.
- Ulangi hal di atas sampai tanaman masuk stadia pembungaan.
- Sejak fase keluar bunga sampai 10 hari sebelum panen, lahan terus diairi setinggi ± 5 cm, kemudian lahan dikeringkan.

Parameter yang diamati terdiri dari sifat kimia dan fisika tanah sebelum pengkajian yaitu tekstur tiga fraksi (pasir, debu dan lempung), sifat kimia tanah antara lain pH tanah, status hara tanah (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Na, Fe aktif, dan C-organik), dan komponen pertumbuhan dan produksi tanaman padi terdiri dari; Tinggi tanaman saat panen, jumlah anakan maksimum, dan produksi gabah kering panen (GKP) per hektar.

Analisis statistik yang digunakan dalam percobaan ini meliputi analisis sidik ragam berdasarkan rancangan acak kelompok dengan 4 (empat) ulangan (Steel dan Torrie, 1981). Apabila uji F pada analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test pada tingkat ketelitian 5 %.

3. HASIL PENGKAJIAN

3.1. Karakteristik status hara tanah

Lahan sawah bukaan baru di Desa Rejo Sari ini dicitak pada tahun 2016 seluas 40 ha, merupakan jalur sungai yang terletak antara lahan yang lebih tinggi bagian kiri dan kanannya. Hasil analisis sifat-sifat kimia tanah sawah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis tanah lapisan atas (0-20 cm) dari Desa Rejo Sari Kecamatan Pamenang Kabupaten Merangin.

Jenis Analisis	Satuan	Nilai	Harkat
pH (H ₂ O)	-	4,05	Agak masam
C-Organik	% (b/b)	2,43	Sedang
Bahan organik	% (b/b)	4,19	Sedang
N-total	% (b/b)	0,11	Rendah
P-Potensial	Mg P ₂ O ₅ /100	12,20	Rendah
K-Potensial	Mg K ₂ O/100g	5,71	Rendah
Cu tersedia	ppm	0,21	Rendah
Zn tersedia	ppm	0,09	Rendah
Fe tersedia	ppm	34,1	Tinggi
KTK tanah	Cmol(+)/kg	22,60	Sedang
Nisbah C/N	-	22,09	Tinggi

Hasil analisis sifat kimia tanah awal pada tanah memiliki nilai pH H₂O 4,05 (agak masam) dengan kandungan C-organik tanah sebesar 2,43% berharkat sedang. Pada pH rendah tersebut berpengaruh terhadap ketersediaan unsur P, K dan Ca menjadi rendah, dan ketersediaan Fe tersedia menjadi tinggi (34,1 ppm). Ketersediaan Cu dan Zn rendah karena terhidroksilasi menjadi mengendap tidak tersedia bagi taanaman. Besarnya nilai KTK tanah 22,60 cmol (+)/kg berharkat sedang. Kadar N total tanah (0,11%), P potensial rendah (12,10 mg P₂O₅/100 gr), K potensial juga rendah (5,71 mg K₂O/100 g).

Tingginya kemasaman dengan rendahnya pH tanah membawa dampak bagi kelarutan besi dan aluminium dalam tanah. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan akar tanaman terganggu. Varietas-varietas untuk rawa lebak umumnya toleran pada kondisi tanah masam. Disamping itu tingginya tingkat kelarutan besi dan aluminium akan berpengaruh langsung terhadap ketersediaan unsur hara, terutama P, sehingga pemupukan P menjadi tidak efisien.

Kandungan besi (Fe²⁺), aluminium (Al³⁺), ion hidrogen (H⁺), dan sulfat (SO₄²⁻) pada lahan yang didrainase lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak didrainase. Hal ini memberikan implikasi bahwa setelah lahan direklamasi dengan membangun sistem dan jaringan drainase akan mengakibatkan turunnya kualitas lingkungan tanah dan air. Konsten *et al.* (1990) menunjukkan total SO₄²⁻ yang tercuci dari lahan yang didrainase adalah 3,34 mol m⁻² tahun⁻¹, sebanding dengan 1,17 mol pirit m⁻² tahun⁻¹ atau 140 g pirit m⁻² tahun⁻¹. Pada lahan yang tidak didrainase, total SO₄²⁻ yang tercuci 1,18 mol pirit m⁻² tahun⁻¹ yang sebanding dengan 0,59 mol pirit m⁻² tahun⁻¹ atau 71 g pirit m⁻² tahun⁻¹.

3.2. Pengaruh pengelolaan air pada padi sawah bukaan baru

Teknologi pengelolaan tanah dan air (*soil and water management*) merupakan kunci utama keberhasilan usahatani pertanian di lahan sawah. Apabila bisa mengendalikan keluar masuknya air ke lahan maka sudah dapat dipastikan usahatani itu akan mendekati keberhasilan. Sebaliknya, bila tata air tidak bisa dikuasai maka kegagalan yang akan diperoleh.

Pada perlakuan pengelolaan air terlihat bahwa pengairan basah kering (PBK) mulai 4 HST sampai 50 HST dan pengairan penuh 51 – 95 HST memberikan tinggi tanaman, jumlah anakan dan produksi tertinggi dibandingkan dengan pengairan basah kering mulai 4 sampai 94 HST dan pengairan selanjutnya pada 95 HST sampai panen serta pengairan cara petani setempat (Tabel 2).

Tabel 2. Tinggi tanaman , Jumlah anakan dan Produksi padi Varietas Inpara 3 dengan beberapa cara pengelolaan air.

No.	Pengelolaan air	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan (batang)	Produksi (t/ha)
1.	PCP (Cara Petani)	100,54 a	19,08 a	5,57 a
2.	PBK 4 -94 HST, Pengairan 95 HST-Panen	104,79 b	21,33 b	6,81 b
3.	PBK 4 HST- 50 HST, Pengeringan 51-59 HST	107,46 b	22,33 b	7,08 c

Penggenangan tanah dapat meningkatkan pasokan N. Pasokan N terjadi karena meningkatnya fiksasi N biologi yang dapat terjadi dalam air permukaan dan dalam tanah tereduksi, serta terjadinya akumulasi yang lebih cepat dari N anorganik karena adanya mineralisasi sumber N organik (Hardjowigeno, *et al.* 2005). Namun demikian penggenangan lahan dapat menyebabkan ketersediaan N yang rendah dalam tanah sawah yang tergenang air permanen atau semi permanen. Hal ini terjadi karena di bawah kondisi tersebut mineralisasi N tanah terhambat sehingga defisiensi N dapat terjadi sekalipun kandungan N tanah cukup tinggi. Penggenangan menyebabkan kerusakan jaringan perakaran akibat terbatasnya pasokan oksigen. Semakin tinggi air, semakin kecil oksigen terlarut. Dampaknya adalah bahwa akar padi tak mampu mengikat oksigen sehingga jaringan perakaran rusak.

Pengairan berselang memberi kesempatan kepada akar untuk berkembang lebih baik, pengairan berselang mengurangi kerebahan, mengaktifkan jasad renik mikroba yang bermanfaat, mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif (tidak menghasilkan malai dan gabah), menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat waktu panen, memudahkan pembedaan pupuk ke dalam tanah (lapisan olah), memudahkan pengendalian hama keong mas, mengurangi penyebaran hama wereng coklat dan penggerek batang, mengurangi kerusakan tanaman padi karena hama tikus.

Penggenangan dan pengeringan tanah menyebabkan perubahan beberapa sifat kimia tanah antara lain peningkatan pH tanah, ketersediaan P meningkat, dan kadar Fe_2+ makin berkurang. Perubahan sifat kimia tersebut berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman padi (Luki *et al.*, 1990). Takahashi (1999) menyatakan bahwa pengeringan menyebabkan oksida besi ferri secara bertahap terkeristalisasi menjadi bentuk besi yang kurang reaktif. Penggenangan berkala merupakan cara yang paling efektif untuk menghilangkan pengaruh buruk yang timbul akibat penggenangan seperti: akumulasi CO_2 , H_2S , asam-asam organik, Fe, dan Mn tereduksi. Kondisi oksidasi dan reduksi secara bergantian dalam tanah dapat menyebabkan penambahan senyawa-senyawa besi ferro.

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).

Menurut Khrisnasamy *et al.*, (2003), Sistem irigasi berselang merupakan sistem yang dapat diandalkan. Hal tersebut, sesuai dengan pendapat irigasi berselang dapat meningkatkan hasil padi sebesar 7%, dibanding hasil pada lahan yang digenangi terus menerus, sementara hasil padi dengan irigasi bergilir meningkat 2%. Kebutuhan air irigasi untuk sistem penggenangan terus-menerus mencapai 725 mm, sedangkan untuk irigasi bergilir dan berselang masing-masing 659 mm dan 563 mm. Lebih lanjut Khrisnasamy *et al.*, (2003) menyatakan bahwa, produktifitas lahan pada irigasi berselang lebih tinggi 6,73 % dibandingkan penggenangan, dan dengan sistem tersebut penggunaan air irigasi dapat dihemat hingga 21 % lebih tinggi dari sistem penggenangan. Efisiensi irigasi dengan sistem irigasi berselang mencapai 77%, lebih tinggi dibanding pada sistem penggenangan terus menerus (52%) dan sistem irigasi bergilir (68%).

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^{3+} menjadi Fe^{2+} , Mn^{4+} menjadi Mn^{2+} , NO_3^- dan NO_2^- menjadi NH_4^+ , N^2 dan N_2O , (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 (fero) hasil reduksi dari Fe 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.

4. KESIMPULAN

1. Tanah lokasi pengkajian mempunyai tekstur liat, pH tanah masam, kandungan Fe tinggi, kandungan hara dan kejenuhan basa rendah, sehingga dengan pengelolaan air yang baik maka akan terjadi perubahan sifat kimia tanah lebih baik yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman padi lebih optimal pada lahan sawah bukaan baru.
2. Pada perlakuan pengelolaan air terlihat bahwa dengan Pengairan Basah Kering (PBK) mulai 4 hari setelah tanam (HST) dan pengeringan pada umur tanaman padi 96 – 105 HST memberikan produksi tertinggi dari ketiga model irigasi yang dikaji.
3. Pengelolaan air dengan sistem pengairan basah kering (PBK) mulai 4 hari setelah tanam (HST) dan pengeringan pada umur tanaman padi 96 – 105 HST, dapat meningkatkan hasil sebesar 27,1% dibandingkan dengan system pengairan cara petani (pengairan terus menerus).

DAFTAR PUSTAKA

- Agus dan Irawan. 2006. Agricultural land conversion as a threat to food security and environmental quality. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 25(3): 90- 98. Balai Penelitian Tanah. 2017. Petunjuk Penggunaan Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR) Versi 1.1. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.

- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian (Ditjen PSP). 2013. *Perluasan areal sawah baru menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan volume produksi beras dalam negeri*. Ditjen PSP, Jakarta.
- Hardjowigeno, S., Subagyo, H., dan Luthfi, R.M. 2005. Morfologi dan Klasifikasi Tanah Sawah. Di dalam: Tanah Sawah dan Teknologi pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Departemen Pertanian: Bogor.
- 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 Sismiyati, R. 1988. Hara Mineral Tanaman Padi dalam Padi Buku I. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor : 231-269.
- Ismunadji, M. dan S. Roechan. 1998. Hara mineral tanaman padi. hlm. 231-270 dalam Padi Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Krishnasamy, S., F.P. Amerasinghe, R. Sakthivadivel, G. Ravi, S.C. Tewari, and W. van der Hoek. 2003. Strategies for conserving water and effecting mosquito vector control in rice ecosystems. International Water management Institute (IWMI). Working Paper 56. 21 pp.
- Konsten, C.J.M., S. Suping, I.B. Aribawa, and IPG. Wijaya Adhi, 1990. Chemical Proses In Acid Sulphate Soil In Pulau Petak South and Central Kalimantan, Indonesia. In Papers Workshop On Acid Sulphate Soils In The Humid Tropic. 20-22 Nopember 1990. AARD/LAWOO. Bogor
- Luki, U., R. Syahni, dan R. Rasyidin. 1990. Pengaruh lamanya waktu penggenangan dan pencucian terhadap beberapa ciri kimia tanah dan pertumbuhan tanaman padi sawah. p. 439-452. Dalam. Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaak Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami. Padang.
- Suriadikarta, D. A dan W. Hartatik. 2004. Teknologi pengelolaan hara lahan sawah bukaak baru. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Edt. Agus F, A. Adimihardja., S. Hardjowigeno., A. M. Fagi, dan W. Hartatik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Hal: 115-136.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie, 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu pendekatan biometrik*. (B. Sumantri, penerjemah). Jakarta: PT. Gramedia. 748 hal.
- Takahashi, T., C. Y. Park, H. Nakajima, H. Sekiya, and K. Toriyana. 1999. Ferric ion transformation in soils with rotation of irrigated rice and effect on soil tillage properties. *Soil Sci. Plant Nutr.* 45:163-173.
- 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 .
- Yusuf, A., Djakamihardja, G. Satari, dan S. Jakasutami. 1990. Pengaruh pH dan Eh terhadap kelarutan Fe, Al dan Mn pada tanah sawah bukaak baru Oxisol Sitiung. Hlm. 237-269 dalam Prosiding Pengelolaan Lahan Sawah Bukaak Baru menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasdi. Padang, 17-18 September 1990. Fakultas Pertanian Ekasakti dan Balai Penelitian Tanaman Pangan. Sukarami.