

PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN NASIONAL

Ani Susilawati¹, Erwan Wahyudi² dan Betty Mailina³

¹Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA)

Jl. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru 70712, Kalimantan Selatan

E-mail: ani.nbl@gmail.com

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi

Jl. Samarinda Paal Lima Kota Baru Jambi

E-mail : erwan.wahyudi@gmail.com

³Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung

Jl. ZA Pagar Alam No. 1a, Bandar Lampung

E-mail : betty.bptp@gmail.com

ABSTRAK

Pertanian ramah lingkungan merupakan system pertanian yang mengelola seluruh sumberdaya pertanian dan input usahatani secara bijak, berbasis inovasi teknologi untuk mencapai peningkatan produktivitas berkelanjutan dan secara ekonomi menguntungkan serta diterima secara sosial budaya dan berisiko rendah atau tidak merusak/mengurangi fungsi lingkungan. Lahan rawa pasang surut adalah salah satu lahan sub optimal yang mempunyai potensi dan peran strategis dalam mendukung ketahanan dan kedaulatan pangan. Peranan yang penting dan strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan sekaligus pengembangan wilayah masih perlu ditingkatkan dengan penerapan teknologi pengelolaan yang tersedia dengan tetap memperhatikan kondisi agroekosistem lahan rawa yang bersifat labil atau rapuh. Penataan lahan, pengelolaan air, pemupukan dan ameliorant, pemilihan varietas, pemanfaatan alat dan mesin pertanian (alsintan), manajemen budidaya serta kelembagaan yang sesuai, inovatif, terpadu, berwawasan agribisnis dan berkelanjutan dengan konsep ecofarming estate system.

Kata Kunci : Ramah lingkungan, lahan rawa pasang surut, ketahanan pangan

ABSTRACT

Environmentally friendly agriculture is a farming system that manages the entire agricultural resources and farming inputs wisely, based on technological innovation to achieve continuous productivity improvement and economically profitable and socially acceptable culture and low-risk or no damage / reduce environmental functions. Tidal swamp land is one of the sub-optimal land that have potential and strategic role in supporting food security and sovereignty. An important and strategic role in supporting food security and also the development of the region still needs to be improved with the adoption of management technologies provided by taking into account the conditions agroekosistem swamp land that is unstable or fragile. Arrangement of land, water, fertilizer and ameliorant, variety, use of tools and agricultural machinery (alsintan), the management and the cultivation of appropriate institutional, innovative, integrated, sound and sustainable agribusiness with the concept of real ecofarming system.

Keywords: Environmentally friendly, tidal swamp land, food security

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pangan terus meningkat sejalan dengan penambahan penduduk, sedangkan produktivitas lahan pertanian pada tanah-tanah yang relatif subur telah mengalami pelandaian dan bahkan mulai menurun akibat sangat intensifnya penggunaan lahan dan pemberian pupuk anorganik yang tidak terkendali, sehingga keadaan hara dalam tanah dan pencemaran lingkungan sudah mulai terjadi di beberapa daerah sentra produksi pertanian (Mulyani *et al.*, 2011). Selain itu, degradasi lahan akibat salah kelola, penciptaan lahan pertanian akibat konversi lahan ke non-pertanian, keterbatasan lahan untuk ekstensifikasi pertanian, tingginya kebutuhan input produksi terutama pada lahan-lahan sub-optimal menambah panjangnya permasalahan yang harus ditanggulangi dan berdampak terhadap penurunan produktivitas pertanian (Suyanto dan Zulkifli, 2010; Mulyani dan Hidayat, 2010). Lahan-lahan yang masih tersisa untuk pengembangan pertanian adalah lahan-lahan sub-optimal yang memerlukan input tinggi dengan asesibilitas rendah, termasuk didalamnya adalah lahan kering masam, lahan kering iklim kering, lahan rawa gambut, lahan rawa pasang surut, dan lahan terdegradasi (Masganti, 2013; Sawiyo *et al.*, 2000).

Lahan rawa pasang surut mempunyai potensi dan peran strategis dalam mendukung ketahanan dan kedaulatan pangan. Luas lahan rawa pasang surut sekitar 20,14 juta hektar, diantaranya yang sesuai untuk pertanian 9,53 juta ha, yang telah dimanfaatkan untuk pertanian secara umum diperkirakan baru sekitar 1,43 juta ha (Haryono *et al.*, 2013). Data lain menunjukkan luas lahan rawa pasang surut yang tersebar di 30 provinsi sekitar 11,03 juta ha, diantaranya 9,32 juta ha berpotensi atau sesuai untuk pertanian (Mulyani dan Sarwani, 2013).

Peranan yang penting dan strategis lahan rawa dalam mendukung ketahanan pangan dan sekaligus pengembangan wilayah masih perlu ditingkatkan dengan penerapan teknologi pengelolaan yang tersedia dengan tetap memperhatikan kondisi agroekosistem lahan rawa yang bersifat labil atau rapuh. Secara nasional kontribusi lahan rawa terhadap ketahanan pangan (khususnya beras) berdasarkan perkiraan dari hasil perluasan areal, peningkatan provitas dan indeks pertanaman pada program P2BN mencapai 14-15% dari total produksi nasional (BBSDLP, 2011). Ketahanan pangan bagi Indonesia merupakan suatu keniscayaan karena Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki penduduk terbesar di dunia. Kegagalan dalam pencapaian

ketahanan pangan akan berimplikasi kepada ketahanan politik, ekonomi, sosial dan keamanan (Suprpto, 2011).

Pertanian dikatakan ramah lingkungan dan berkelanjutan jika dalam implementasinya ada upaya mensinkronkan, mengintegrasikan dan memberi bobot yang sama terhadap tiga aspek, yaitu aspek ekonomi, aspek sosial budaya dan aspek lingkungan hidup. Pengembangan pertanian ramah lingkungan sebagai implementasi perekonomian yang tidak merugikan lingkungan hidup, selain mengupayakan peningkatan kesejahteraan dan keadilan sosial, juga menganjurkan untuk mengurangi secara nyata kelangkaan sumberdaya alam dan resiko dampak lingkungan, yang saat ini menjadi satu kecenderungan ekonomi dunia (Alisjahbana, 2011). Konsep pertanian ramah lingkungan diharapkan menjadi jalan keluar dan menjadi jembatan antara pertumbuhan pembangunan, keadilan sosial serta ramah lingkungan dan hemat sumberdaya alam.

Tulisan ini mengemukakan tentang potensi lahan rawa pasang surut dan prospek pengembangan pertanian ramah lingkungan di lahan pasang surut untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

POTENSI LAHAN PASANG SURUT DI INDONESIA

Pengertian lahan rawa pasang surut meskipun menurut berbagai pakar masih berbeda – beda, namun pada intinya adalah lahan rawa yang dipengaruhi oleh gerakan gelombang pasang surut akibat adanya kekuatan air pasang laut maupun sungai. Dalam keadaan alamiah, tanah-tanah pada lahan rawa pasang surut merupakan tanah yang jenuh air atau tergenang dangkal, sepanjang tahun atau dalam waktu yang lama, beberapa bulan, atau dalam setahun (Suriadikarta, *et. al.*, 2006). Penyebarannya di Indonesia terdapat di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, dimana seluruhnya diperkirakan meliputi areal seluas 20,13 juta ha (Subagyo, 2006; Nugroho dan Suriadikarta, 2010). Luas dan penyebaran lahan rawa pasang surut di 4 pulau besar di luar Jawa, yaitu Pulau Sumatera, Kalimantan, Papua, dan Sulawesi serta potensi lahan sawah pasang surut di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas lahan rawa pasang surut di Indonesia

Pulau Besar	Tanah Gambut (Ha)	Tanah Mineral (Ha)	Total Luas (Ha)	Potensi Sawah (Ha)
Sumatera	4.798.000	1.806.000	6.604.000	354.854
Kalimantan	4.674.800	3.452.100	8.126.900	730.159
Papua	1.284.250	2.932.690	4.216.940	1.893.366
Sulawesi	145.500	1.039.450	1.184.950	1.471
Total Luas	10.902.550	9.230.240	20.132.790	2.979.850

Sumber: K. Nugroho dan D.A. Suriadikarta (2010)

Karakteristik lahan rawa pasang surut bersifat khas, baik ditinjau dari aspek tanah maupun aspek hidrologi. Kedua aspek tersebut mempengaruhi permasalahan yang muncul sehingga mempengaruhi potensi lahan tersebut. Keragaman aspek tanah memunculkan keragaman tipologi lahan dan keragaman aspek air memunculkan keragaman tipe luapan air. Beberapa masalah di lahan rawa pasang surut yang mempengaruhi produktivitas tanaman (padi) adalah kemasaman tanah yang tinggi, kelarutan unsur beracun, tingkat kesuburan yang rendah, salinitas tinggi, lapisan pirit yang dangkal, gambut tebal dan mentah, serta banjir serta kekeringan.

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut secara alami sangat terbatas, mengikuti irama alam. Adanya pembuatan saluran saluran air dari sungai utama ke lahan pasang surut mengakibatkan air pasang mampu menjangkau lebih jauh. Potensi air pasang tersebut berfungsi sebagai sumber air untuk optimalisasi lahan dan juga perbaikan kualitas tanah.

Saat ini sudah banyak reklamasi lahan diikuti oleh pembuatan saluran irigasi/drainase, tetapi masih belum optimal penanganannya sehingga memunculkan lahan lahan yang sangat masam dan terlantar. Oleh karena itu dibutuhkan penataan dan pengelolaan air di kawasan rawa pasang surut sehingga mampu menunjang kebutuhan tanaman dan berfungsi memperbaiki kualitas tanah.

Sistem Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut Ramah Lingkungan

Teknologi ramah lingkungan diadopsi oleh Uni Eropa pada awal tahun 2004 dengan terminologi”*Environmental Technology Action Plan*” (ETAP) yang didefinisikan sebagai teknologi yang lebih sedikit merusak lingkungan dibanding

teknologi alternatif sejenis. Kemudian menurut Agenda 21 teknologi ramah lingkungan adalah yang memproteksi lingkungan hidup, mengurangi daya pencemarannya, menggunakan sumberdaya secara berkelanjutan, mendaur-ulang produk dan menangani limbahnya secara benar (Kardono, 2010). Sejalan dengan itu Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) merumuskan kriteria ramah lingkungan mencakup : (1) efisien dalam penggunaan input, (2) pemanfaatan limbah atau (*zero waste*), (3) berperan aktif dalam mencegah emisi gas rumah kaca, (4) memperhatikan kearifan lokal, dan (5) mencegah kerusakan keanekaragaman hayati (Deddy, 2013).

Eco-farming atau pertanian ramah lingkungan (PRL) merupakan system pertanian yang mengelola seluruh sumberdaya pertanian dan input usahatani secara bijak, berbasis inovasi teknologi untuk mencapai peningkatan produktivitas berkelanjutan dan secara ekonomi menguntungkan serta diterima secara sosial budaya dan berisiko rendah atau tidak merusak/mengurangi fungsi lingkungan (Haryono, 2015).

Penataan lahan, pengelolaan air, pemupukan dan ameliorant, pemilihan varietas, pemanfaatan alat dan mesin pertanian (alsintan), manajemen budidaya serta kelembagaan yang sesuai, inovatif, terpadu, berwawasan agribisnis dan berkelanjutan dengan konsep *ecofarming estate system*.

Terpadu dalam penetapan komoditas (terutama tanaman pangan, hortikultura dan ternak), serta keterpaduan dalam pengelolaan sumberdaya dan tanaman. Oleh sebab itu, penerapan Sistem Integrasi Tanaman Ternak (SITT) juga menjadi basis utama dalam pengembangan lahan rawa, yang membangun interaksi sinergis untuk mencapai produktivitas tanaman pangan (padi) (BBSDLP, 2011).

Untuk lebih mengoptimalkan pengelolaan sistem usahatani dalam upaya meningkatkan pendapatan petani, maka Model Pertanian Lahan Rawa Berkelanjutan (PLR) dikembangkan dalam bentuk sistem usaha agribisnis yang berpola pada *mix farming estate* berbasis tanaman pangan, sayur-sayuran dan ternak.

Penataan lahan diperlukan untuk mempermudah pengelolaan lahan rawa pasang surut dan sekaligus untuk pengelolaan tata air. Penataan lahan dimaksudkan untuk mempermudah pengolahan tanah dan pemeliharaan tanaman, meningkatkan indeks pertanaman, dan meningkatkan keberagaman tanaman. Widjaya-Adhi (1992) telah melakukan tabulasi penataan lahan yang disesuaikan dengan tipe luapan dan tipologi lahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui pengelolaan air, lahan rawa yang dianggap sub-optimal atau kurang produktif dapat diubah menjadi lahan pertanian produktif (Susanto, 2010). Pengelolaan air dimaksudkan untuk mencukupi kebutuhan air bagi tanaman, sehingga penyerapan hara optimum, menekan pertumbuhan gulma, dan menghilangkan unsure meracun dalam tanah dan air dan menjaga kualitas tanah dan air. Menurut Syahbuddin (2011), pintu air mempunyai peran penting di dalam pengelolaan air untuk menjaga kebutuhan air tanaman terpenuhi. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas lahan untuk berbagai tanaman terutama pangan dan hortikultura, serta kemungkinan dapat meningkatkan indeks panen (IP) sampai 300 panen (Djafar, 2012). Tata air yang ideal bagi lingkungan dan kebutuhan tanaman padi adalah pada kondisi mancak-mancak. Emisi metana tertinggi terjadi pada tanah sawah yang terus menerus digenangi. Menurut Wihardjaka 2005 sistem irigasi berselang (*intermittent*) dapat menekan emisi gas metana dan menghasilkan gabah yang tidak jauh berbeda dengan sistem tergenang. Cheng (1984) juga melaporkan bahwa drainase terkendali (perubahan kondisi “submergence” dengan air segar dan dipertahankan pada kondisi tertentu secara berganti) berpengaruh baik terhadap pertumbuhan padi di Cina.

Ameliorasi dan pemupukan memegang peranan penting terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman di lahan rawa pasang surut. Jenis amelioran pada pertanaman padi mempengaruhi besarnya emisi (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh jenis amelioran terhadap Global Warming Potensial (GWP) dan penurunan emisi GRK (Kartikawati *et al.* 2012).

Perlakuan	Total emisi (t ha ⁻¹ th ⁻¹)		GWP (t CO ₂ e ⁻¹ ha ⁻¹ th ⁻¹)	Penurunan emisi masing-masing gas (%)		Penurunan emisi GRK (%)
	CH ₄	CO ₂		CH ₄	CO ₂	
Kontrol	0,085	31,6	33,8	bs	bs	bs
Abu	0,037	30,0	30,9	-56,7	--5,1	8,4
Pukan	0,041	21,2	22,2	-51,4	-32,9	34,1
Pugam A	0,051	24,6	25,8	-40,0	-22,3	23,5
Pugam T	0,046	25,1	26,3	-45,6	-20,5	22,1
Tanah mineral	0,044	24,3	25,4	-48,9	-23,0	24,7

bs: baseline

GWP:potensi pemanasan global

Menurut Wihardjaka (2005) emisi gas metana pada tanah sawah yang menggunakan kompos yang sudah jadi dan pupuk kandang lebih rendah dibandingkan pada tanah sawah yang diberi pupuk hijau dan jerami segar. Menurut Kartikawati *et al.*

(2012), pemberian amelioran pada tanah gambut yang disawahkan di Kalimantan Selatan mampu menurunkan emisi metana mencapai 40-50%, sedangkan karbondioksida mencapai 5-30%, sedangkan bahan amelioran yang paling efektif dalam menurunkan adalah pupuk kandang.

Pemilihan varietas menjadi hal penting dalam peningkatan produktivitas lahan. Pengaruh terhadap lingkungan akibat pemilihan varietas padi ini ditentukan oleh perbedaan sifat fisiologi dan morfologi masing-masing varietas. Kemampuan varietas padi dalam mengemisi gas metana tergantung pada rongga aerenkhima, jumlah anakan, biomasa padi, pola perakaran, dan aktivitas metabolisme (Neue dan Roger 1993 dalam Wihardjaka *et al.* 1999). Emisi metana selama fase pertumbuhan padi berfluktuatif. Pada fase pertumbuhan vegetatif pelepasan metana relatif lebih tinggi sampai pada 6-7 minggu setelah tanam kemudian menurun pada fase generatif dan meningkat lagi pada saat panen (Setyanto dan Susilawati, 2007). Emisi CO₂ selama pertumbuhan tanaman padi juga berfluktuatif, emisi tertinggi pada umur 50-60 HST. Emisi total Gas Rumah Kaca (GRK) selama pertumbuhan tanaman padi di lahan pasang surut serta produksi padi seperti di ditampilkan pada Tabel 3. Varietas padi terbaik dalam menekan emisi GRK di lahan pasang surut adalah Punggur, sedangkan yang paling tinggi memberikan sumbangan GRK adalah Martapura.

Tabel 3. Total emisi GRK dan hasil gabah dari empat varietas padi pasang surut

Varietas	Emisi (kg ha ⁻¹)			Hasil gabah (t ha ⁻¹)
	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	
Martapura	171a	0,207b	7303a	5,99a
Sei lalan	152,6ab	0,262b	3622b	6,75a
Indragiri	141ab	0,448a	3853b	6,03a
Punggur	105,4b	0,204b	4386b	5,65a

Sumber: Setyanto dan Susilawati, 2007

PENUTUP

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut merupakan pilihan yang tepat karena untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional tidak dapat lagi hanya bergantung hanya kepada lahan-lahan produktif yang ada saat ini. Dalam pengembangan lahan rawa pasang surut untuk areal pengembangan pertanian hendaknya memperhatikan aspek lingkungan yang ditimbulkan, selain usaha-usaha untuk peningkatan produktivitas. Inovasi akan menghasilkan teknologi yang dapat

mengatasi kendala kimia, biologi dan fisik serta sosial kelembagaan pada lahan rawa pasang surut. Penataan lahan, pengelolaan air, pemupukan dan ameliorant, pemilihan varietas, pemanfaatan alat dan mesin pertanian (alsintan), manajemen budidaya serta kelembagaan yang sesuai, inovatif, terpadu, berwawasan agribisnis dan berkelanjutan dengan konsep ecofarming estate system.

DAFTAR PUSTAKA

- Alisjahbana, 2011. *Kata Pengantar pada Ekonomi Hijau*. Penerbit Rakayasa Sains.
- BBSDLP. 2011. *State of the Art & Grand Design Pengembangan Lahan Rawa*. 44 hlm. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor
- Cheng, Y.S. 1984. *Effects of drainage on the characteristics of Paddy Soils in China*. Pp:417-426. Dalam: Organic matter and rice. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines, PO Box 933. Manila. Philippines.
- Deddy U., 2013. *Pertanian Ramah Lingkungan*. Kementerian Lingkungan Hidup. Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Bogor, 29 Mei 2013. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Djafar ZR. 2012. *Budidaya Tanaman di Lahan Pasang Surut*. UNSRI Press, Palembang. 168 hlm.
- Haryono, M. Noor, M. Sarwani, dan H. Syahbuddin. 2013. *Lahan Rawa: Penelitian dan Pengembangan*. Cetakan ke 2. IAARD Press. Jakarta. 102 hlm.
- Haryono, 2015. *Pertanian Ramah Lingkungan Mendukung Bio-Industri di Lahan Suboptimal*. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan Mendukung Bioindustri di Lahan Sub Optimal Palembang, 16 September 2014
- Kardono ,2010. *Teknologi Ramah Lingkungan: Kriteria, Verifikasi, dan Arah Pengembangan*. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Lokakarya Teknologi Ramah Lingkungan untuk Masa Depan Lebih Baik, Jakarta Convention Center, 4 Juni 2010.
- Kartikawati R., D. Nursyamsi, P. Setyanto, S. Nurzakiah, 2012. *Peranan amelioran dalam mitigasi emisi GRK (CH4 dan CO2) pada land use sawah di tanah gambut ds. Landasan Ulin, Kec. Banjarbaru, Kalsel*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. Bogor 4 Mei 2012.
- Masganti. 2013. *Teknologi inovatif pengelolaan lahan sub-optimal gambut dan sulfat masam untuk peningkatan produksi tanaman pangan*. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Kesuburan Tanah dan Biologi Tanah. Badan Litbang Pertanian. 35 hal.
- Mulyani, A., dan A. Hidayat. 2010. *Kapasitas produksi bahan pangan di lahan kering*. Hlm 53-69. Dalam Sumarno dan Nata Suharta (Eds) Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. ISBN 978-602-8977-06-7.
- Mulyani, A., S. Ritung, dan I. Las. 2011. Potensi dan ketersediaan sumberdaya lahan untuk mendukung ketahanan pangan. *Jurnal Penelit. dan Pengemb. Pertanian* 30(2): 73-80

- Mulyani A. dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. Vol. 7 Mo. 1, Juli 2013. BBSDLP. Bogor
- Nugroho, K., dan D.A. Suriadikarta. 2010. Kapasitas produksi bahan pangan lahan rawa. Hlm 71-87. *Dalam* Sumarno dan Nata Suharta (Eds.) Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. 1. 71-87. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. ISBN 978-602-8977-06-7.
- Sawiyo, D. Subardja, dan D. Djaenudin. 2000. Potensi lahan rawa di daerah Kapuas Murung dan Kapuas Barat untuk pengembangan pertanian. *Jurnal Penelit. dan Pengemb. Pertanian* 19(1): 9-16.
- Setyanto, P. dan H.L. Susilawati. 2007. *Mitigasi emisi gas metan pada tanah gambut dengan varietas padi*. Makalah Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa. Revitalisasi Kawasan PLG dan Lahan Rawa Lainnya untuk Membangun Lumbung Pangan Nasional, Kuala Kapuas, 3-4 Agustus 2007.
- Subagyo. 2006. Lahan rawa pasang surut. Hlm 23-98. *Dalam* Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Litbang Sumberdaya lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Ed.1.
- Suprpto, Ato, 2011. *Peran Penyuluhan dalam Mendukung Ketahanan Pangan*, Seminar Nasional Ketahanan Pangan Sedunia XXXI
- Suriadikarta D. A., U. Kurnia, H. S. Mamat, W. Hartatik, dan D. Setyorini, 2006. *“Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa”*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor.
- Susanto RH. 2010. *Strategi Pengelolaan Rawa Untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Inderalaya. 173 Hlm.
- Suyanto, dan Zulkifli Zaini. 2010. Kapsitas produksi bahan pangan pada lahan sawah irigasi dan tadah hujan. Hlm 25-52. *Dalam* Sumarno dan Nata Suharta (Eds.): Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. ISBN 978-602-8977-06-7.
- Syahbuddin H. 2011. *Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim*. Balittra, Banjarbaru. 71 Hlm.
- Widjaya Adhi, I.P.G. Nugroho, K. Ardi, D.S. dan Karama, S.A. 1992. Sumberdaya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. *Dalam* S. Partohardjono dan M. Syam (Eds.) Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. SWAMPS II- Puslitbangtan. Bogor.
- Wihardjaka, A. 2005. *Fluks Metana pada Beberapa Komponen Teknologi Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Pati*. Prosiding Seminar Nasional. Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Banjarbaru, Kalsel. 5-7 Oktober 2004.
- Wihardjaka, A., Setyanto P, A.K. Makarim. 1999. *Emisi gas metan dari berbagai varietas padi*. Laporan Tahunan Loka Penelitian Tanaman Pangan. Jakenan.