

**UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI MELALUI PEMUPUKAN DI
LAHAN PASANG SURUT SULFAT MASAM**

***EFFORTS TO INCREASE RICE PRODUCTIVITY THROUGH FERTILIZER IN THE
LAND IN THE SOLUTION OF ACID SULFATE***

Izhar Khairullah¹ dan Muhammad Noor

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra)

Received March 9, 2018 – Accepted June 25, 2018 – Available online August 30, 2018

ABSTRACT

*Even though this acid sulfate land has several physicochemical constraints for agricultural development, but with the best practices land management including fertilization will improve the yields. The results of research indicated that response of rice plants to fertilizer N and P are quadratic. K fertilizers in addition to increased yield also decreased of iron toxicity. Application of N, P, K fertilizers and lime increased yield of 0.64 t/ha to 4.24 t/ha. Total yield increase were 33.9% of lime, 33.3% of N, 22.7% of P and 10.1% of K respectively. The rate of fertilizer for HYV's rice in acid sulfate soils of tidal land was from 67.5 to 135 kg N + 45-70 kg P₂O₅ and 50-75 kg K₂O / ha and added from 1 to 3 t / ha of lime. Determination of P and K rate may also be done by using Soil Test Kit for Swampy Areas, while for supplementary N fertilizer used Leaf Color Chart (LCC). In addition can be used a software Decision Support System (DSS) for fertilizer recommendations rice in tidal swampland. The DSS application can be accessed via www.balittra.litbang.deptan.go.id. To improve efficiency of use of inorganic fertilizers can be used a biological fertilizer as Biotara containing *Trichoderma sp*, *Bacillus sp*, *Azospirillum sp*, and increased yield up to 20% and make efficient use of NPK fertilizer by 30%.*

Key-words: rice, fertilization, tidal swampland, acid sulphate soils

INTISARI

Lahan sulfat masam memiliki kendala fisikokimia untuk pengembangannya, tetapi pengelolaan lahan yang tepat akan memberikan hasil optimal. Penelitian menunjukkan bahwa respon padi terhadap N dan P bersifat kuadratik. Pupuk K selain dapat meningkatkan hasil padi juga berperan dalam menekan tingkat keracunan besi. Pemberian pupuk N, P, K, dan Ca (kapur) meningkatkan hasil padi dari 0,64 t per ha menjadi 4,24 t per ha. Total peningkatan hasil tersebut masing-masing 33,9 persen bersumber dari Ca (kapur), 33,3 persen dari unsur N, 22,7 persen dari P, dan 10,1 persen dari K. Takaran pupuk varietas unggul padi pasang surut lahan sulfat masam adalah 67,5 hingga 135 kg N + 45 hingga 70 kg P₂O₅ dan 50 hingga 75 kg K₂O per ha ditambah 1 hingga 3 t per ha kapur. Penentuan takaran P dan K juga dapat dilakukan berdasarkan uji tanah menggunakan Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR), sedangkan pemberian pupuk N susulan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Perangkat lunak *Decision Support System* (DSS) dapat digunakan untuk rekomendasi pemupukan padi lahan pasang surut yang aplikasinya dapat diakses melalui web Balittra. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat digunakan pupuk hayati seperti Biotara yang mengandung *Trichoderma sp*, *Bacillus sp*, *Azospirillum sp* dan dapat meningkatkan hasil padi sampai 20 persen serta mengefisienkan penggunaan pupuk NPK sebesar 30 persen.

Kata kunci : padi, pemupukan, lahan pasang surut, sulfat masam.

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Izhar Khairullah, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), Jln. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru 70712, Kalimantan Selatan. E-mail : izhar.balittra@gmail.com

PENDAHULUAN

Saat ini upaya peningkatan produksi padi terus ditingkatkan melalui program upaya khusus (UPSUS), baik di lahan irigasi, tadah hujan, maupun di lahan rawa pasang surut dan lebak. Salah satu jenis lahan di lahan pasang surut adalah lahan sulfat masam. Luas lahan sulfat masam sekitar 6,71 juta ha atau 20,1 persen luas lahan pasang surut di Indonesia (20,1 juta ha). Selain itu masih terdapat sekitar 2,07 juta ha lahan pasang surut yang berpotensi menjadi sulfat masam (Nugroho *et.al.* 1992). Dari total luasan lahan pasang surut tersebut, sekitar 9,53 juta ha berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian dan yang sudah direklamasi sekitar 4,19 juta ha. Dengan demikian masih tersedia lahan sekitar 5,34 juta ha yang dapat dikembangkan sebagai areal pertanian, terutama untuk persawahan. Lahan sulfat masam ini mempunyai tingkat kesesuaian lahan marjinal atau bersyarat ringan dan atau berat (S2 dan S3), karena salah satu faktor pembatasnya adalah lapisan pirit yang dangkal (<30 cm dari permukaan tanah). Oleh karena itu sebagai lahan sub-optimal, lahan sulfat masam mempunyai potensi sangat rendah sampai rendah dalam menghasilkan produksi tanaman pertanian, khususnya padi (Subagyo 2006).

Pengembangan lahan sulfat masam menjadi persawahan menghadapi beberapa kendala sifat kimia tanah dan cekaman hara atau kesuburan tanah yang rendah. Perubahan yang terjadi setelah reklamasi dalam pemanfaatan untuk sawah berupa tersingkapnya lapisan pirit. Perubahan setelah reklamasi ini dapat menjadikan lahan sulfat masam mengalami peningkatan kemasaman, kelarutan Fe, Al Mn, dan H₂S yang berpotensi meracuni tanaman, serta penurunan basa-basa tertukar (Widjaja-

Adhi *et al* 2000). Pada gilirannya hal ini akan menurunkan produktivitas apabila tanpa adanya pemberian bahan amelioran atau pencucian yang intensif.

Komoditas utama di lahan pasang surut sulfat masam adalah padi. Peningkatan produksi padi di lahan pasang surut sulfat memerlukan pendekatan teknologi budidaya spesifik, antara lain salah satunya adalah pemupukan yang tepat dan berimbang. Pemupukan berimbang sangat penting untuk meningkatkan hasil padi di lahan sulfat masam. Pemupukan unsur hara makro atau mikro akan menyuplai unsur hara ke dalam tanah yang pada umumnya kahat unsur hara. Unsur-unsur hara ini sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan produksinya. Dengan demikian kondisi tanaman dapat menjadi lebih baik dan hasilnya pun akan dapat lebih ditingkatkan. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemupukan yang tepat dan berimbang, potensi lahan sulfat masam menjadi sangat prospektif dalam peningkatan hasil padi secara berkelanjutan.

KARAKTERISTIK LAHAN PASANG SURUT SULFAT MASAM

Lahan sulfat masam adalah lahan yang tanahnya mempunyai lapisan pirit berkadar > 2% pada kedalaman kurang dari 50 cm. Berdasarkan kedalaman lapisan pirit, tingkat kematangan tanah (*ripeness*), dan sifat kimia tanahnya lahan sulfat masam dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: sulfat masam potensial (SMP) dan sulfat masam aktual (SMA). Lahan sulfat masam potensial (*Sulfaquent*) adalah lahan dengan lapisan pirit belum teroksidasi, dicirikan oleh warna tanah kelabu (*gray*), masih mentah ($n > 0,7$), dan kemasaman sedang sampai masam (pH 4,0). Lahan sulfat

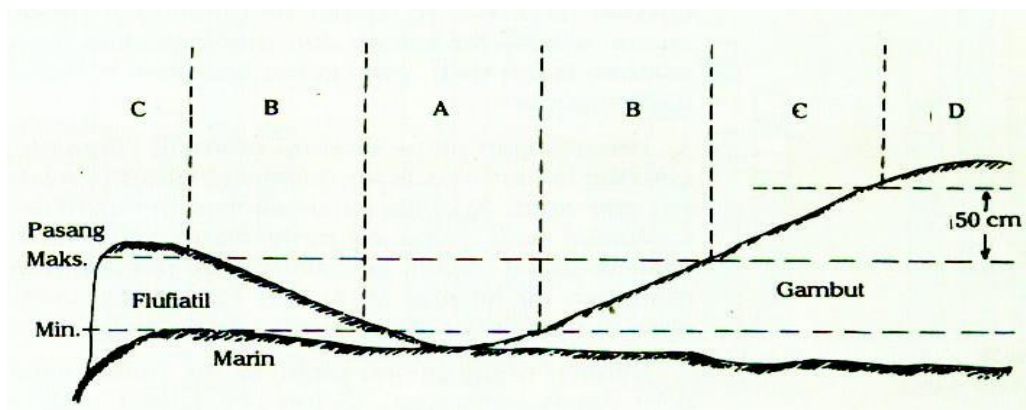
masam aktual (*Sulfaquept*) adalah lahan dengan lapisan pirit yang sudah teroksidasi yang dicirikan oleh adanya horizon sulfurik dan pH tanah $< 3,5$. Sebagian lahan sulfat masam berasosiasi dengan gambut (*Histic Sulfaquent*, *Sulfihemist*, *Sulfohemist*, *Sulfisaprist*, *Sulfosaprist*) dan salin (*Salidic Sulfaquept*) (Widjaja-Adhi, 1995).

Lahan sulfat masam potensial dapat berubah menjadi lahan sulfat masam aktual apabila mengalami oksidasi akibat drainase yang berlebihan atau kekeringan. Sebaliknya, lahan sulfat masam aktual juga dapat berubah menjadi lahan sulfat masam potensial dengan penggenangan, pengeringan, pencucian dan pemberian bahan organik dalam waktu yang panjang (Sabiham 2013).

Berdasarkan tinggi luapan pasang (hidrotopografi) dan tinggi muka air tanah, lahan sulfat masam dapat dibagi dalam empat tipe luapan, yaitu tipe luapan A, B, C, dan atau D. Lahan tipe A adalah lahan yang hanya terluapi oleh air pasang, baik pasang besar maupun pasang kecil, lahan tipe B hanya terluapi oleh pasang besar, lahan tipe C tidak pernah terluapi walaupun pasang besar tetapi air tanah

masih dekat permukaan tanah (< 50 cm), dan lahan tipe D tidak terluapi dan air tanah lebih dalam dari 50 cm dari permukaan tanah (Widjaja-Adhi & Alihamsyah 1993). Secara hidrologi tipologi luapan air di lahan rawa pasang surut diilustrasikan pada Gambar 1. Tingginya pasang besar di musim hujan (MH) dan kemarau (MK) berbeda, sehingga tipe luapan A, B, C, dan D akan berlainan untuk suatu lokasi dalam MH dan MK. Oleh karena itu Direktorat Rawa (1984) menggunakan pasang besar pada MH dan MK untuk membedakan lahan rawa ke dalam katagori I, II, III, dan IV, masing-masing analog dengan tipe A, B, C, dan D.

Karakteristik lahan di atas penting menjadi acuan dalam pemanfaatan lahan dan pemilihan atau penentuan teknologi pengolahan tanah dan air serta pola tanamnya dengan mengantisipasi masalah yang mungkin timbul atas dasar karakteristik lahannya. Lahan sawah di lahan sulfat masam untuk varietas unggul dan lokal padi berada pada tipe luapan A, B, dan C dengan pola tanam padi unggul– padi unggul, padi unggul – padi lokal, dan padi lokal (Rina & Syabuddin 2013).



Gambar 1. Skematik pembagian lahan pasang surut berdasarkan tipe luapan

KENDALA PENGEMBANGAN LAHAN SULFAT MASAM

Kendala utama pada lahan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit (FeS_2) yang bila mengalami oksidasi akan menimbulkan proses pemasaman tanah. Lapisan pirit terbentuk dari reduksi sulfat, dalam keadaan anaerob, oleh bakteri *Desulfovibrio sp.* dan *Desulfomaculum sp.* yang diikuti pembentukan besi-sulfida (FeS) dari sulfur terlarut dengan besi (ferro). Pirit bersifat labil dalam keadaan aerob, apabila teroksidasi akan meningkatkan kemasaman tanah (Noor 1996).

Pada saat tanah digenangi terjadi peningkatan pH yang akan menyebabkan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sehingga konsentrasi Fe^{2+} meningkat hingga mencapai ribuan mg l^{-1} dalam larutan tanah. Fenomena ini terjadi terutama pada lahan sulfat masam aktual (pirit telah teroksidasi) yang digenangi kembali oleh air hujan atau irigasi. Konsentrasi Fe^{2+} sebesar 300 hingga 400 ppm sangat meracuni tanaman padi sawah dan mengakibatkan ketersediaan hara tanaman rendah. Pada konsentrasi Fe^{2+} kira-kira 30 ppm saja sudah dapat meracuni tanaman secara umum, tetapi pada tanah yang subur, tanaman masih dapat toleran pada konsentrasi yang lebih tinggi. Keracunan besi ini dapat dihindari dengan pengapuran, pengaturan drainase, dan penanaman varietas yang toleran (Widjaja-Adhi 2000).

Pada kondisi yang sangat masam, sejumlah hara tidak tersedia. Ketersediaan P menjadi sangat terbatas, karena P diikat oleh besi fosfat yang tidak larut pada pH rendah (Dent 1986). Pada pH rendah $< 4,2$ terjadi penyerapan balik kation-kation oleh akar, terjadi hambatan konversi NH_4 menjadi NO_2^{2-} , sehingga terjadi akumulasi NH_4 yang bagi beberapa tanaman menjadi penghambat

pertumbuhan (Bloomfield & Coulter 1973). Pada lahan sulfat masam bergambut, hidrogen sulfida (H_2S) dapat terbentuk sebagai akibat reduksi senyawa dalam tanah yang tergenang. Tanaman padi muda (bibit) mudah terpengaruh H_2S yang bersifat toksik ini. Tanaman padi yang sudah keracunan hidrogen sulfida akan sangat rentan terhadap serangan hama penyakit dan pertumbuhannya terhambat karena sistem perakaran tanaman kurang berkembang dengan baik.

PEMUPUKAN DI LAHAN SULFAT MASAM

Pemupukan diperlukan untuk menyuplai unsur hara dan mendapatkan hasil yang baik. Respon tanaman padi terhadap pemupukan N di lahan sulfat masam bersifat kuadratik dengan persamaan $Y = 0,055 + 0,091 N - (5,165 \times 10^{-4})N^2$ ($R=0,98^{**}$), di sini Y adalah hasil padi t per ha dan N adalah dosis pupuk N (kg per ha). Takaran optimum pupuk N tersebut adalah 116 kg N per ha (Ar-Riza & Saragih 2001). Pada takaran ini hasil padi di lahan sulfat masam Danda Jaya, Terantang (Kabupaten Barito Kuala), dan Tatas (Kabupaten Kapuas) dapat mencapai 3,20 t per ha hingga 4,81 t per ha dengan bentuk pupuk N urea briket (Jumberi *et.al.* 1991; Simatupang *et.al.* 1992). Takaran pemupukan N bervariasi antara 90 hingga 120 kg N per ha bila menggunakan urea prill (Subiksa *et.al.* 1992).

Status hara P beragam di lahan sulfat masam, tetapi umumnya didapati dalam keadaan kahat karena Fe dan Al bebas dapat mengikat P. Pemupukan P menunjukkan respon yang baik apabila dikombinasikan dengan kapur secukupnya, tetapi seringkali pada pemberian kapur yang tinggi (lebih dari 2 t per ha) responnya tidak

tampak nyata. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi 90 kg P_2O_5 per ha dan 1,5 t kapur per ha dapat memberikan hasil yang lebih tinggi daripada pemberian P atau kapur saja. Berturut-turut terjadi peningkatan hasil sekitar 95 persen pada pertanaman musim hujan dan 20 persen pada pertanaman musim kemarau dibandingkan dengan kontrol (Vadari *et.al.* 1992).

Tanaman padi di lahan sulfat masam biasanya mengalami defisiensi P sehingga diperlukan pemupukan P. Pemupukan P dengan batuan fosfat (P-alam) memiliki efektivitas yang sama dengan TSP atau SP36, karena kondisi tanah yang masam dapat meningkatkan kelarutan P dari P-alam (Subiksa *et.al.* 1990). Pengaruh takaran P sampai dengan 60 kg P_2O_5 per ha akan meningkatkan hasil padi di lahan sulfat masam tipe B, tetapi peningkatan takaran P mengakibatkan turunnya hasil. Pemberian pupuk P dengan takaran 60 kg P_2O_5 per ha akan menghasilkan gabah 4,39 t per ha, sedangkan bila pemberian pupuk P ditingkatkan menjadi 90 kg P_2O_5 per ha, hasil padi menurun menjadi 4,17 t per ha.. Dengan persamaan kuadrat $Y = 3,3684 + 0,0245P - 0,000616 P^2$ ($R=0,71$), prediksi takaran optimum pupuk P adalah 77,04 kg P_2O_5 per ha (Fauziati & Simatupang 1994).

Menurunnya hasil dengan semakin meningkatnya takaran P menunjukkan bahwa pemberian P takaran tinggi tidak efisien. Hal ini antara lain karena P takaran tinggi dapat menurunkan ketersediaan unsur hara lain yang berantagonis dengan P di dalam tanah dan terendapnya sebagian P. Selain itu sebagian P akan membentuk senyawa Al-P dan Fe-P sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Pemupukan K selain akan meningkatkan hasil padi juga diperlukan untuk mengurangi pengaruh Fe yang tinggi.

Gejala kahat K pada tanaman padi sering muncul bersamaan dengan munculnya gejala keracunan besi. Dengan demikian pemberian K sekaligus dapat menekan keracunan besi dan secara tidak langsung akan dapat meningkatkan hasil (Sarwani & Hairunyah 1989). Respon tanaman padi terhadap pemupukan K sangat rendah apabila pemberian kapur hanya 0 hingga 750 kg kapur per ha. Namun dengan pemberian kapur 1 t per ha maka pemberian 50 kg K_2O per ha dapat meningkatkan hasil padi (AARD & LAWOO 1992). Pemberian kalium sampai 150 kg K_2O per ha dapat menekan keracunan besi dan sekaligus meningkatkan hasil padi. Pemberian 90 kg K_2O per ha di lahan sulfat masam tipe B akan meningkatkan hasil padi sebesar 60 persen dari 2,86 t per ha menjadi 3,34 t per ha (Noor & Saragih 1994).

Kalium tidak hanya meningkatkan redoks tanah tetapi juga dapat meningkatkan kandungan basa lainnya sehingga kadar Fe^{2+} di sekitar rizosfer menurun karena daya oksidasi akar meningkat. Oksigen yang dikeluarkan dari perakaran menyebabkan terjadinya oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang mengendap di sekitar perakaran. Pengamatan yang dilakukan terhadap perakaran tanaman yang cukup disuplai dengan K menunjukkan banyaknya warna kemerahan pada tanaman padi (Sarwani & Jumberi 1991).

Pemberian pupuk di lahan pasang surut sulfat masam sangat dianjurkan dalam bentuk pupuk berimbang, karena keseimbangan hara N, P, K, dan Ca sangat penting untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Pemberian pupuk N, P, K, dan Ca (kapur) dapat meningkatkan hasil dari 0,64 t per ha menjadi 4,24 t per ha. Total peningkatan hasil tersebut masing-masing 33,9 persen bersumber dari Ca (kapur), 33,3 persen dari unsur N, 22,7 persen dari P dan

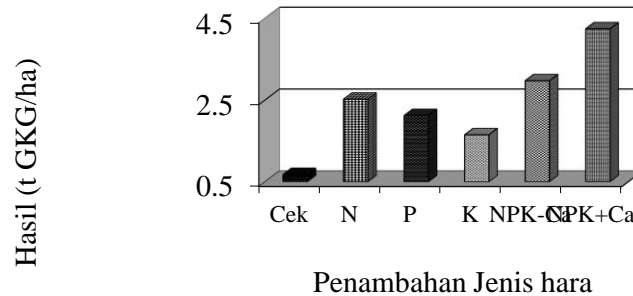
10,1 persen dari unsur K (Sarwani 1997). Kombinasi optimal pupuk majemuk untuk varietas unggul padi di lahan sulfat masam adalah 135 kg N + 45 kg P_2O_5 dan 37,5 hingga 50 kg K_2O per ha dan ditambah kapur 2 t per ha (Ar-Riza & Saragih 2001).

Sejak tahun 2007 dikembangkan pemberian pupuk N berdasarkan warna daun padi, sedangkan pupuk P dan K berdasarkan status hara tanah. Di lahan sulfat masam, efisiensi pemupukan N sebaiknya dalam bentuk urea tablet atau granul yang lambat melepas N dengan dosis 100 kg per ha. Bila diberikan dalam bentuk urea prill takarannya meningkat menjadi 200 kg per ha (Balittra 2009). Pemupukan yang dilakukan berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman ditujukan agar kondisi hara dalam tanah berimbang dan sesuai target produktivitas tanaman yang diharapkan. Penentuan takaran P dan K berdasarkan uji tanah dapat menggunakan alat Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR), sedangkan pemberian pupuk N susulan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Prinsip kerja PUTR ini adalah mengukur hara P dan K tanah yang terdapat dalam bentuk tersedia, secara semi kuantitatif dengan metode kolorimetri (pewarnaan). Pengukuran status P dan K tanah dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu rendah (R), sedang (S), dan tinggi (T) yang dibuat acuan pemupukan P (dalam bentuk $SP36$) dan K (KCl) (Tabel 1).

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan rawa adalah pemberian pupuk disesuaikan ketersediaan hara di dalam tanah dan varietas yang ditanam. Dari serangkaian kegiatan penelitian pengelolaan hara dan pemupukan Balittra 1999 hingga 2007 disintesiskan takaran pupuk untuk tanaman padi seperti pada Tabel 2. Untuk varietas lokal, hasil penelitian Balittra (1997) menunjukkan bahwa tanaman padi

varietas lokal yang tidak respons terhadap pemupukan, ternyata dengan pemberian pupuk 60 kg N + 60 kg P_2O_5 + 50 kg K_2O per ha dapat meningkatkan hasil sebesar 42 hingga 77 persen dari 2 t per ha. Dari serangkaian penelitian Balittra di lahan sulfat masam, dosis N 67,5 kg N per ha, 45 hingga 70 kg P_2O_5 per ha, 50 hingga 70 K_2O per ha ditambah 1-3 t kapur per ha.

Hasil penelitian Sarwani (1997) dan Ar-Riza & Saragih (2001) menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil optimal, unsur hara harus diberikan secara lengkap (N, P, K) dan Ca (Gambar 2). Dengan pemberian hara secara lengkap dapat meningkatkan hasil dari 0,64 menjadi 4,24 t per ha. Hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa keragaman takaran amelioran dan pupuk antar- tipologi lahan maupun tanaman. Untuk efisiensi, penentuan jenis dan takaran pupuk maupun bahan ameliorasi yang tepat hendaknya dilakukan uji tanah.



Gambar 2. Pengaruh pemberian hara N,P,K dan Ca terhadap hasil gabah pada lahan sulfat masam (Ar Riza dan Saragih, 2001)

Tabel 1. Rekomendasi pemupukan P dan K pada tanaman padi sawah di lahan pasang surut sulfat masam berdasarkan status hara tanah

Kelas status hara P dan K tanah	Kadar hara terekstrak HCl 25%		Rekomendasi pupuk	
	(mg P ₂ O ₅ /100g)	(mg K ₂ O/100g)	P (kg SP-36/ha)	K (kg KCl/ha)
- Rendah	< 20	20	100	100
- Sedang	20 – 40	10-20	75	50
- Tinggi	> 40	>20	50	0

Sumber : Suriadikarta dan Sjamsidi (2001)

Tabel 2. Takaran pupuk dan kapur pada tanaman padi di lahan pasang surut

Tipologi lahan	Takaran pupuk dan kapur (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kapur
Potensial	45-90	22,5-45	50	0
Sulfat Masam	67,5-135	45-70	50-75	1.000-3.000
Gambut**	45	60	50	1.000-2.000

***) Ditambah 5 kg/ha CuSO₄ dan ZnSO₄

Sumber : Balittra.

Selain itu perangkat lunak *Decision Support System* (DSS) dapat digunakan untuk rekomendasi pemupukan padi di lahan pasang surut. Aplikasi DSS ini dapat diakses di website Balittra (www.balittra.litbang.deptan.go.id). Perangkat lunak DSS ini memberikan informasi tentang pengelolaan hara (pemupukan N, P, K, kapur, dan bahan organik) yang bersifat spesifik lokasi untuk tanaman padi di lahan

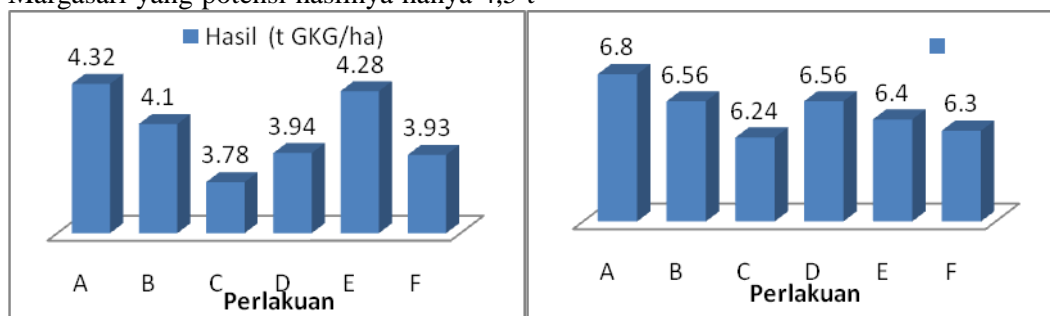
rawa pasang surut, termasuk lahan sulfat masam.

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat pula dilakukan dengan pemberian pupuk hayati seperti Biotara dan Biosure. Biotara merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia mikroba dekomposer (*Trichoderma sp*), pelarut-P (*Bacillus sp*), dan penambat N (*Azospirillum sp*) yang

dapat meningkatkan hasil padi sampai 20 persen dan mengefisienkan penggunaan pupuk NPK sebesar 30 persen. Biosure merupakan pupuk hayati yang terdiri atas konsoesia bakteri pereduksi sulfat (*Desulfofebrio* sp.) yang berperan dalam proses reduksi sulfat sehingga dapat meningkatkan pH tanah dan produktivitas tanaman padi (Mukhlis *et al.* 2010). Pemberian pupuk hayati Biotara sebesar 25 kg per ha dengan pupuk NPK Pelangi 400 kg per ha serta pemanfaatan bahan organik *in situ* dapat meningkatkan hasil sebesar 35 persen (varietas Margasari) dan 48 persen (varietas Inpara 1) dibandingkan cara petani. Pengujian di lahan sulfat masam di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur menunjukkan bahwa kandungan hara N, P, dan K tanah yang diberi pupuk NPK dan pupuk hayati Biotara lebih tinggi dibandingkan hanya NPK saja (Mukhlis 2011).

Hasil gabah yang dipupuk dengan Biotara dan pupuk NPK Pelangi ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil gabah di lahan sulfat masam Kalsel lebih rendah dibanding di Kaltim. Hal ini karena varietas padi yang digunakan di Kalsel adalah varietas Margasari yang potensi hasilnya hanya 4,5 t

GKG per ha, sedangkan di Kaltim menggunakan varietas INPARA 5 yang berpotensi hasil 7,2 t GKG per ha. Di Kalsel, perlakuan A memperlihatkan hasil yang tertinggi dan meningkatkan hasil sebesar 0,21 t GKG per ha (5,12 persen) dibandingkan perlakuan B. Jika dibandingkan dengan perlakuan F (cara petani), perlakuan A juga memberikan hasil lebih tinggi sebesar 0,39 t per ha (9,92 persen). Pada perlakuan C dan D, hasil yang diperoleh lebih rendah daripada perlakuan A dan B. Rendahnya hasil ini karena tanaman rebah, sehingga banyak gabah yang rontok ke tanah. Pemberian pupuk NPK Pelangi yang lebih tinggi pada perlakuan C dan D mengakibatkan tanaman tidak tahan terhadap terpaan angin. Sementara di Kaltim, perlakuan A juga memperlihatkan hasil yang tertinggi. Jika dibandingkan dengan perlakuan B dan F, perlakuan A dapat meningkatkan hasil masing-masing sebesar 0,24 t GKG per ha (3,66 persen) dan 0,5 t per ha (7,94 persen). Hasil yang diperoleh pada perlakuan C lebih rendah karena tanaman terserang penyakit blas leher, sehingga banyak gabah hampa (Mukhlis 2011).



Gambar 3. Pengaruh pupuk hayati Biotara dan pupuk NPK terhadap hasil padi di lahan pasang surut sulfat masam di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur. Perlakuan A (NPK Pelangi 300 kg/ha + pupuk hayati Biotara 25 kg/ha); B (NPK Pelangi 300 kg/ha + Urea 100 kg/ha); C (NPK Pelangi 400 kg/ha + pupuk hayati Biotara 25 kg/ha); D (NPK Pelangi 400 kg/ha + Urea 100 kg/ha); E (dosis petani + pupuk hayati Biotara 25 kg/ha); dan F (dosis petani) (Sumber: Mukhlis, 2011).

PENUTUP

Lahan sulfat masam merupakan lahan yang tanahnya mempunyai lapisan pirit berkadar lebih dari dua persen pada kedalaman kurang dari 50 cm. Kendala utama pada lahan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit (FeS_2) yang jika teroksidasi akan menimbulkan proses pemasaman tanah. Pemupukan tanaman sering tidak efisien jika kondisi tanah masam secara alami, oleh karena itu diperlukan upaya perbaikan kondisi lingkungan tumbuh tanaman tersebut, seperti pemberian kapur atau dolomit.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan respon tanaman padi terhadap pupuk N dan P bersifat kuadratik di lahan sulfat masam. Pemberian pupuk K selain dapat meningkatkan hasil padi juga dapat menekan keracunan besi. Pemberian pupuk N, P, K, dan Ca (kapur) meningkatkan hasil padi dari 0,64 t per ha menjadi 4,24 t per ha, di sini kontribusinya masing-masing dari Ca (kapur) 33,9 persen, N 33,3 persen, P 22,7 persen, dan K 10,1 persen. Takaran optimal pupuk untuk varietas unggul padi di lahan sulfat masam adalah 135 kg N + 45 kg P_2O_5 dan 37,5 hingga 50 kg K_2O per ha dan ditambah 2 t per ha kapur. Penentuan takaran P dan K juga dapat dilakukan berdasarkan uji tanah menggunakan Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR), sedangkan pemberian pupuk N susulan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD).

Pemupukan berbasis aplikasi perangkat lunak juga telah dihasilkan Balittra, yaitu *Decision Support System* (DSS) pemupukan padi di lahan rawa. DSS ini dapat digunakan untuk rekomendasi pemupukan padi di lahan pasang surut yang aplikasinya dapat diakses melalui www.balittra.litbang.deptan.go.id. Aplikasi ini dapat memberikan informasi pengelolaan

hara (pemupukan NPK, kapur, dan bahan organik) yang bersifat spesifik lokasi di lahan rawa pasang surut berdasarkan tipe luapan dan tipologi lahannya. Selain itu untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat digunakan pupuk hayati seperti Biotara yang mengandung *Trichoderma sp*, *Bacillus sp*, *Azospirillum sp* yang dapat meningkatkan hasil padi sampai 20 persen serta mengefisienkan penggunaan pupuk NPK sebesar 30 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- AARD-LAWOO. 1992. Acid sulphate soils in the humid tropics: water management and soil fertility. AARD-LAWOO, Indonesia-The Netherlands.
- Ar-Riza, I. & S. Saragih. 2001. Pengelolaan tanah dan hara untuk budidaya padi di lahan rawa pasang surut. *Dalam* : Ar-Riza, I., T. Alihamasyah, M. Sarwani (eds.). Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa, Banjarbaru.
- Balittra, 2011. ½ abad (1961-2011) Balittra. Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. Penyunting : Izhar Khairullah, dkk. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 75 hal.
- Bloomfield, S.A. & J.K. Coulter. 1991. Genesis and management of acid sulphate soils. In N.C. Brady (eds.). Adv. Agronomy. Acad Press Inc., New York.
- Dent, D.L. 1986. Acid sulphate soils: a baseline for research and development. ILRI Publication. Wageningen, The Netherlands.

- Fauziati, N. & R.S. Simatupang. 1994. Pengaruh dosis dan sumber fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil padi IR46 di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam: Ar-Riza, I., S Saragih, Muchlis, dan M. Noor. Budidaya Padi Lahan Pasang Surut da Lebak. Serealia I. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Banjarbaru.*
- Ismail, I.G., T. Alihamsyah, I.P.G. Widjaja-Adhi, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir, & D.E. Sianturi. 1993. Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa: Kontribusi dan Prospek Pengembangan. Proyek Swamp II Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Jumberi, A., M Sarwani, & K, Anwar. 1991. Efisiensi pemupukan N pada padi sawah pasang surut di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. *Bulletin Penelitian Kindai (2) : 1. Balittan Banjarbaru.*
- Mukhlis, Y. Lestari, A. Budiman, & S. Nurzakiah. 2010. Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pupuk Mikroba "Biotara" untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan >30% dan Produksi Padi >20% di Lahan Sulfat Masam. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Mukhlis, 2011. Uji Keefektivan Pupuk Hayati Biotara Terhadap Tanaman Padi di Lahan Rawa Sulfat Masam. Laporan Hasil Penelitian. Kerjasama Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa dengan PT. Pupuk Kaltim. Banjarbaru.
- Noor, M. 1996. Padi lahan marginal. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Noor, M. & S. Saragih. 1994. Pengaruh pelumpuran, residu kapur, dan pemberian kalium terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan pasang surut sulfat masam tipe B Unit tatas, Kalteng. *Dalam: Ar-Riza, I., S Saragih, Muchlis, dan M. Noor. Budidaya Padi Lahan Pasang Surut da Lebak. Serealia I. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Banjarbaru.*
- Nugroho, K., A. Paidi, W. Wahidin, Abdulrachman, H. Suhardjo, dan I.P.G. Widjaja Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan pasang surut, rawa, dan pantai. Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Rina, Y & H. Syahbuddin. 2013. Zona kesesuaian lahan rawa pasang surut berbasis keunggulan kompetitif komoditas. *Jurnal SEPA. Vol 10 No 1. September 2013. Kerjasama Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agrobisnis, Fakultas Pertanian UNS dengan PERHEPI Komasariat Surakarta. Hlm 103-117.*
- Sanchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Jhon Willey & Sons, New York.
- Sarwani, M. & I.P.G. Widjaja-Adhi. 1994. Penyusutan lahan gambut dan dampaknya terhadap produktivitas lahan pertanian di sekitarnya : Kasus delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan. Makalah Penunjang pada Seminar Nasional 25 tahun Pemanfaatan Gambut dan Pengembangan Kawasan Pasang Surut, 14-15 Desember. Jakarta.
- Sarwani, M. 1997. NPK jangka panjang pada padi IR64 di lahan pasang surut sulfat masam. Pros. Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan menyongsong Era Globalisasi. Buku-2. PERAGI, Komda Kalsel.

- Sarwani, M. & Hairunsyah. 1989. Keracunan besi: Kasus penyakit fisiologi pada tanaman padi di daerah Hulu Sungai, Kalimantan Selatan. Makalah Seminar Balittan Banjarbaru, 12 Agustus 1989.
- Sarwani, M. & A. Jumberi. 1991. Pengendalian keracunan besi pada padi sawah tadah hujan di Kalimantan Selatan. Makalah disampaikan pada Lokakarya Hasil-hasil Penelitian ARMP, Maros, 17-18 Desember 1991.
- Simatupang, R.S., Y. Raihana, & Sardjijo. 1992. Keefisienan pemupukan nitrogen pada tanaman padi di lahan pasang surut Kalimantan selatan. *Dalam: Ar-Riza, I. dkk. (eds.) Sistem Usahatani dan Komponen Teknologi Lahan Pasang Surut dan Rawa, SWAMP II.* Balittan Banjarbaru.
- Subiksa, I.G.M., D. Ardi S., & I.P.G. Widjaja-Adhi. 1990. Pengaruh pupuk P alam dan TSP terhadap hasil padi sawah di lahan pasang surut Karang Agung Ulu. Disampaikan dalam Seminar Penelitian Lahan Pasang Surut dan Rawa Swamp II. Palembang, 29-31 Oktober 1990.
- Suriadikarta, D.A. & G. Sjamsidi. 2001. Teknologi peningkatan produktivitas tanah sulfat masam. Laporan akhir. Proyek Sumber Daya Lahan Tanah dan Iklim, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. hlm. 6-12.
- Vadari, T.H. Suwardjo, K. Subagyono, Sutono, I. Abas, & R.A.L. Kselik. 1992. Peranan pengelolaan air dalam usaha reklamasi tanah sulfat masam potensial di Unit Tatas, Kalimantan Tengah. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk.No. 10. Puslittanak, Bogor.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., D.A. Suriadikarta, M.T. Sutriadi, I.G.M. Subiksa, & I.W. Suastika. 2000. Pengelolaan, pemanfaatan, dan pengembangan lahan rawa.pp. 127-164. *Dalam: Adimihardja, A., L. I. Amien, F. Agus, dan D. Jaenuddin (eds.). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya.* Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.