

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TEKNOLOGI PENGELOLAAN HARA SPESIFIK LOKASI PADA TANAMAN PADI DI LAHAN SAWAH IRIGASI SULAWESI TENGGARA

Zainal Abidin, Samrin, Didik Raharjo

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara
Jl. Prof. Muh. Yamin No. 89 Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia
Email: zainal_bptpsultra@yahoo.co.id

Diterima: 5 Mei 2016; Perbaikan: 18 Agustus 2016; Disetujui untuk Publikasi: 18 Oktober 2016

ABSTRACT

Effectiveness of Site Specific Nutrient Management (SSNM) Application for Rice on Irrigated Land at Southeast Sulawesi. Fertilizing technology is a component technology to increase the rice production, otherwise the existing recommendation for fertilizing is not locally specific. Site Specific Nutrient Management (SSNM) is a software technology to obtain the site specific fertilizing recommendation. The research was applied to analyze the performance of plant growth, production, and economic aspect on irrigated rice area in South East Sulawesi. The research was conducted using action research by comparing SSNM with farmer existing technology for two seasons including wet season (October 2011 – January 2012) for 4 ha area collaborated with 40 farmers and dry season (Juli – November 2012) for 21,4 ha and collaborated with 25 farmers at Uepai Sub District in Konawe District. The result showed that tillering quantity and rice yield of those using SSNM recommendation were significantly higher and the number of empty grains was significantly lower than farmer's practice as well. The rice productivity using SSNM recommendation was higher 20 – 34% than farmer's practice. SSNM software was compatible to use in setting doses of N, P and K recommendation with rate of production target reached 87,5% for season I and 89,5% for season II. The application of SSNM technology contributed to increase income by IDR3.912.200 in wet season and IDR2.838.700 in dry season. MBCR value were 5,12 in wet season and 5,70 in dry season those showed SSNM technology was feasible to be applied.

Keywords: *nutrient, SSNM, Uepai*

ABSTRAK

Pemupukan merupakan salah satu komponen teknologi yang penting dalam upaya peningkatan produksi padi, namun teknologi rekomendasi pemupukan yang digunakan selama ini kurang spesifik. PHSL adalah aplikasi berbasis komputer yang dapat digunakan untuk memperoleh rekomendasi pemupukan yang spesifik lokasi. Kajian dilakukan untuk mengetahui keragaan pertumbuhan, produksi, dan aspek ekonomi penerapan teknologi PHSL pada lahan sawah irigasi di Sulawesi Tenggara. Kajian dilakukan melalui kaji terap dengan membandingkan antara teknologi pemupukan berdasarkan PHSL dengan teknologi pemupukan berdasarkan kebiasaan petani selama dua musim tanam yaitu pada MH 2011/2012 (Oktober 2011 – Januari 2012) pada luasan 4 ha yang melibatkan 40 orang petani dan MK 2012 (Juli – November) pada luasan 21,4 ha melibatkan 25 orang petani di Kecamatan Uepai Kabupaten Konawe. Hasil kajian menunjukkan bahwa jumlah anakan produktif dan hasil padi sawah yang menggunakan rekomendasi pemupukan PHSL lebih tinggi dan berbeda nyata sementara jumlah gabah hampa lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan teknologi petani. Produktivitas padi yang menggunakan rekomendasi pemupukan PHSL lebih tinggi 20% - 34% dibandingkan dengan teknologi eksisting petani. Aplikasi PHSL relatif baik dalam menentukan dosis pupuk N, P dan K dengan tingkat pencapaian target produksi mencapai 87,5% pada MT I dan 89,5% pada MT

II. Penerapan teknologi PHSL memberikan perbedaan keuntungan sebesar Rp3.912.200 pada MT I dan Rp2.838.700 pada MT II. Nilai MBCR pada MT I dan MT II masing-masing 5,12 dan 5,70, menunjukkan rekomendasi pemupukan PHSL layak diterapkan.

Kata kunci: hara, PHSL, Uepai

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi padi menjadi fokus utama program pemerintah karena padi merupakan komoditas strategis dan politis. Dalam upaya pencapaian ketahanan pangan nasional, peningkatan produksi padi menjadi salah satu strategi dasar yang dilakukan. Capaian produksi tersebut terutama dikontribusi dari pertanaman padi di lahan sawah. Produksi padi sawah di Sulawesi Tenggara pada tahun 2011 sebesar 491.567 ton dengan produktivitas 4,13 t/ha. Produktivitas tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas padi nasional yaitu 5,20 t/ha (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2012).

Masih terbatasnya penerapan teknologi khususnya pemupukan diduga menjadi salah satu faktor rendahnya produktivitas padi di Sulawesi Tenggara. Hasil penelitian Abidin *et al.* (2012) di Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara menunjukkan bahwa sekitar 56% petani telah menerapkan teknologi pemupukan N, P dan K secara lengkap, namun dosisnya belum sesuai anjuran. Hasil kajian juga menunjukkan terdapat 35% petani yang menggunakan pupuk N saja.

Pupuk merupakan salah satu faktor penentu dalam peningkatan produksi padi sawah. Menurut Fagi dan Las (2007), tanaman padi membutuhkan unsur hara makro terutama N, P dan K. Ketersediaan unsur hara N, P dan K di dalam tanah relatif sedikit, sehingga penambahan unsur hara melalui pemupukan diperlukan agar produksinya optimal. Penerapan teknologi pemupukan seharusnya didasarkan pada prinsip tiga tepat yaitu tepat jenis, jumlah, dan waktu. Selama ini, penerapan teknologi pemupukan mengacu pada Permentan Nomor 40 /Permentan/OT.140/4/2007 tentang rekomendasi

pemupukan N, P dan K pada padi sawah spesifik lokasi. Namun demikian, dalam implementasinya cenderung bersifat sangat luas. Sebagai contoh, rekomendasi pemupukan P menurut peta status hara P dan K skala 1 : 50.000, mewakili luasan 25 ha. Ketersediaan peta status hara P dan K tersebut juga relatif masih terbatas, yaitu untuk delapan kabupaten di jalur pantura Jawa, Bali, Sumatera Utara, dan Lombok (Permentan No. 40 Tahun 2007).

Cakupan skala paket pemupukan yang direkomendasikan saat ini masih terlalu luas, tanpa memperhitungkan perbedaan lokasi dan musim serta kebutuhan spesifik tanaman Doberman *et al.* (2002a). Cakupan rekomendasi ini relatif berbeda dengan kebutuhan pupuk padi spesifik lokasi. Dosis pemupukan tanaman padi ditentukan oleh cuaca atau iklim, jenis tanah, ketersediaan unsur hara dalam tanah, varietas tanaman padi, jenis pupuk yang diberikan, dan cara pemberian pupuk, sehingga harus spesifik lokasi (Stewart dan Roberts, 2012). Hal ini sejalan dengan Zaini (2012) dan Buresh *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa kebutuhan dan efisiensi pemupukan ditentukan oleh tiga faktor yaitu (a) ketersediaan hara dalam tanah, termasuk pasokan dalam air irigasi dan sumber hara lainnya, (b) kebutuhan hara tanaman, dan (c) target hasil yang ingin dicapai.

International Rice Research Institute (IRRI), bekerja sama dengan beberapa lembaga di negara-negara Asia, sejak tahun 1990-an telah mengembangkan teknologi *Site-Specific Nutrient Management* (SSNM) untuk menentukan kebutuhan pupuk bagi tanaman padi (Doberman *et al.*, 2002a). Lebih lanjut, menurut Buresh *et al.* (2007) SSNM secara teoritis membantu menentukan kebutuhan pupuk N, P, dan K secara spesifik. Penentuan kebutuhan N didasarkan pada pendekatan senjang hasil dan distribusi

kebutuhan pupuk N pada fase kritis selama pertumbuhan tanaman. Penentuan kebutuhan P dan K didasarkan pada ketersediaan hara.

Di Indonesia, inovasi berupa aplikasi ini mulai diperkenalkan sejak tahun 2010 oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) dengan nama Pemupukan Hara Spesifik Lokasi (PHSL). Aplikasi ini telah diterapkan di Thailand, Vietnam, China, dan Filipina (Wang *et al.*, 2001; Doberman *et al.*, 2002b). PHSL mempertimbangkan ketersediaan hara dalam tanah dan target yang akan dicapai, sekaligus memastikan kesuburan lahan yang berkelanjutan (Satyanarayana *et al.*, 2011). Konsep PHSL didasarkan pada pemahaman dalam menentukan rekomendasi pemupukan, yaitu target produksi suatu tanaman merupakan fungsi sifat genetik tanaman dan iklim pada musim tanam tertentu, serta jumlah unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Penambahan pupuk untuk mencapai produksi maksimal sangat bergantung pada jumlah unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada waktu yang tepat (Dobermann *et al.*, 2003 dalam Susanto *et al.*, 2013).

Penggunaan SSNM dapat meningkatkan hingga setengah dari produktivitas eksisting (Gill *et al.*, 2008), memberikan pendapatan lebih besar sekitar 20% dibandingkan pendapatan petani dengan teknologi eksisting, seperti kasus di China (Wang *et al.*, 2001), serta meningkatkan hasil dan memiliki efek positif bagi lingkungan (Pompalino *et al.*, 2007).

Rekomendasi pemupukan yang dihasilkan oleh PHSL selain bersifat spesifik wilayah juga memperhitungkan target hasil yang diinginkan petani. Pengujian PHSL di Indonesia diantaranya telah dilakukan Susanto *et al.* (2013) di Kabupaten Buru yang lebih dititikberatkan aspek teknis, sehingga perlu kajian lebih lanjut yang juga membahas aspek ekonominya.

Peluang implemmentasi PHSL ini cukup besar, karena ditunjang beberapa prakondisi seperti semakin terbuka dan masifnya perkembangan telekomunikasi hingga mencapai

wilayah-wilayah perdesaan baik melalui media handphone (HP) berbasis android maupun internet. Kajian bertujuan untuk mengetahui keragaan pertumbuhan, produksi, dan aspek ekonomi penggunaan rekomendasi teknologi pemupukan padi sawah dari inovasi aplikasi PHSL berbasis internet di Sulawesi Tenggara.

BAHAN DAN METODE

Kajian merupakan kaji terap selama dua musim tanam (MT) tahun 2012 di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, dengan membandingkan rekomendasi pemupukan menurut PHSL dan teknologi pemupukan berdasarkan kebiasaan petani.

Pada MT I, kajian dilakukan dalam bentuk kaji terap skala plot area dengan ukuran masing-masing plot 500 m². Masing-masing teknologi diaplikasikan pada 40 plot, sehingga secara keseluruhan terdapat 80 plot area (4 ha), yang dikelola oleh 40 orang petani. Pada MT II dilakukan kajian dalam skala lebih luas. Penerapan teknologi PHSL pada luasan 17 ha melibatkan 19 orang petani dan dibandingkan dengan teknologi pemupukan berdasarkan kebiasaan petani pada luasan 4,4 ha melibatkan 6 orang petani.

Rekomendasi pemupukan PHSL dihasilkan dari pengisian sejumlah pertanyaan pada aplikasi PHSL yang diakses pada situs www.webapps.irri.org/id/lkp. Pengisian pertanyaan dilakukan secara langsung bersama dengan petani. Input data yang diperlukan dalam PHSL adalah (1) luas lahan pemupukan, (2) indeks tanam padi per tahun, (3) musim tanam, (4) sumber air irigasi pada musim kemarau, (5) sistem tanam, (6) umur bibit, (7) varietas, (8) informasi analisis tanah (apabila tersedia), (9) informasi letak petakan sawah, (10) rata-rata hasil GKP yang pernah dicapai, (11) hasil GKP musim tanam sebelumnya, (12) ketersediaan air

pada musim yang sama tahun sebelumnya, (13) cara panen, (14) penambahan pupuk organik yang diperdagangkan atau buatan sendiri (opsional), (15) penggunaan bagan warna daun (opsional), dan (16) jenis pupuk majemuk yang digunakan (Buresh, 2011). Sementara itu, teknologi pemupukan kebiasaan petani (teknologi eksisting) meliputi jumlah, jenis, dan waktu pemupukan sesuai dengan kebiasaan masing-masing petani pada musim-musim sebelumnya.

Pengelolaan budidaya tanaman mengacu pada Pedoman Umum Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi yang diterbitkan oleh Balitbangtan (Badan Litbang Pertanian, 2009). Varietas yang digunakan pada MT I adalah Ciherang dan pada MT II adalah Mekongga. Penanaman dilakukan pada umur bibit < 20 hari dengan sistem tanam pindah dengan jarak tanam 20 x 20 cm. Pengendalian gulma dilaksanakan dengan menggunakan herbisida *Penoxulam* dengan dosis 200 - 300 cc/ha yang diaplikasikan pada umur 7 hari setelah tanam (hst). Pengendalian hama penyakit menggunakan pestisida yang diaplikasikan berdasarkan pengamatan lapangan. Hama dan penyakit yang menyerang adalah (i) penggerek batang yang dikendalikan dengan pestisida *Klorantraniliprol* 100 g/l, (ii) walang sangit yang dikendalikan dengan insektisida *Dimehipo* 400 g/l, dan (iii) penyakit blas yang ditanggulangi dengan fungisida *Isoprotiolan* 400 - 500 l/ha. Panen dilakukan dengan sabit bergerigi dan dirontok dengan *power thresher*.

Pada MT I, data yang dikumpulkan yaitu data agronomis meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah biji isi, jumlah biji hampa, berat 1.000 butir, dan produksi ubinan yang dikonversi ke satuan ha. Pengukuran tinggi tanaman dan jumlah anakan dilakukan pada lima rumpun tanaman, masing-masing diulang 3 kali/perlakuan. Komponen produksi yang diamati adalah jumlah biji isi, jumlah biji hampa, dan berat 1.000 butir. Jumlah biji isi dan biji hampa diperoleh dari satu malai/5 rumpun tanaman yang diulang sebanyak 3 kali/perlakuan. Produksi dihitung dengan menggunakan ubinan ukuran 2,5

x 2 m², masing-masing diulang 3 kali/plot dalam satuan kg/ubinan yang selanjutnya dikonversi dalam kg/ha. Pengukuran kadar air juga dilakukan pada saat panen untuk menyetarakan pengukuran produksi.

Pada MT II, data yang dikumpulkan adalah produksi per ha yang diperoleh dengan cara ubinan seluas 12 m² dan diulang sebanyak 3 kali/petani. Selain itu juga dikumpulkan data biaya usahatani teknologi PHSL dan teknologi eksisting, baik pada MT I maupun MT II.

Data pertumbuhan dan produksi tanaman pada MT I dianalisis dengan Anova dan apabila ada perbedaan, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) (Gomez dan Gomez, 2007). Hubungan antara berbagai variabel pemupukan dengan produksi, dianalisis menggunakan regresi linear (Abidin *et al.*, 2009; Bananiek dan Abidin, 2013).

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + D + e$$

Keterangan :

Y = produksi (kg/ha)

a = konstanta

b₁-b₆ = koefisien regresi peubah independen

X₁ = jumlah hara N yang diberikan (kg/ha)

X₂ = jumlah hara P yang diberikan (kg/ha)

X₃ = jumlah hara K yang diberikan (kg/ha)

X₄ = waktu aplikasi pemupukan I (hst)

X₅ = waktu aplikasi pemupukan II (hst)

X₆ = waktu aplikasi pemupukan III (hst)

D = *dummy* variabel

(D=1 jika petani menggunakan PHSL dan D=0 jika petani yang menggunakan teknologi pemupukan eksisting).

Selanjutnya, dilakukan analisis keuntungan penerapan teknologi, baik PHSL maupun teknologi eksisting (Sahara *et al.*, 2007; Abidin, 2012).

$$\pi = Q \cdot pQ - \sum X \cdot pX$$

Keterangan :

π = keuntungan (Rp/ha)

Q = jumlah produksi yang dihasilkan (Kg

- GKG/ha (ka.23%))
 pQ = harga produksi (Rp/kg)
 X = jumlah input (kg/liter/HOK)
 pX = harga input (Rp/(kg/liter/HOK))

Untuk mengetahui tingkat kelayakan dari perubahan teknologi, dianalisis dengan *losses and gains* menggunakan marginal B/C atau rasio laba dan biaya marginal (MBCR) (Rahman dan Saryoko, 2008; Swastika, 2004).

$$MBCR = [(Q_2 \times P_2) - (Q_1 \times P_1)] / (C_2 - C_1)$$

Keterangan:

- Q₁ = produksi padi dengan teknologi eksisting (kg)
 Q₂ = produksi padi dengan teknologi PHSL (kg)
 P₁ = harga padi dengan teknologi eksisting (Rp/kg)
 P₂ = harga padi dengan teknologi PHSL (Rp/kg)
 C₁ = jumlah biaya usahatani padi dengan teknologi eksisting (Rp)
 C₂ = jumlah biaya usahatani padi dengan teknologi PHSL (Rp)

Untuk melihat dampak teknologi PHSL terhadap peningkatan pendapatan petani, digunakan tolok ukur Nisbah Peningkatan Keuntungan Bersih (NKB) (Adnyana dan Kariyasa (1995) dalam Azri (2014)).

$$NKB = \frac{KB \text{ PHSL}}{KB \text{ Tek. Petani}}$$

Keterangan:

- NKB = Nilai Peningkatan Keuntungan Bersih
 KB PHSL = Keuntungan bersih usahatani padi dengan rekomendasi PHSL
 KB Tek.Petani = Keuntungan bersih usahatani padi dengan teknologi petani

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah

Kecamatan Uepai merupakan salah satu sentra produksi padi di Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara yang memiliki areal sawah irigasi teknis sekitar 3.869 ha. Hal ini memungkinkan pengusahaan padi sawah sepanjang tahun. Berdasarkan peta agroklimat, wilayah Kecamatan Uepai menurut klasifikasi iklim Oldeman termasuk zona iklim C2. Zona Agro Ekologi di wilayah pengkajian termasuk zona IVaq yaitu elevasi 0 - 700, tingkat kelembaban basah (*aquic*), dataran aluvial, tingkat kelerengan 0 - 8%, jenis tanah pada tingkat Order adalah *Inceptisol* dan pada tingkat Great Group yaitu *Endoaquepts*, serta drainase terhambat (Ritung *et al.*, 2013).

Analisis tanah dengan menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) di lokasi kajian menunjukkan bahwa status hara N tergolong tinggi, P dan K sedang. Semakin rendah status kesuburan tanah, maka jumlah hara yang dibutuhkan juga semakin banyak (Susanto *et al.*, 2012). Lebih lanjut, kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah baik fisik, kimia, biologi, dan keadaan iklim dalam menyediakan unsur hara untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman (Sirappa dan Edwen, 2008).

Hasil analisis sampel tanah dari lokasi kajian memberikan implikasi kebutuhan pupuk pada wilayah tersebut sebanyak 250 kg/ha Urea, 100 kg/ha SP36, dan 75 kg/ha KCl. Kebutuhan pupuk tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pupuk di tingkat petani yaitu 224 kg/ha Urea, 92 kg/ha SP36, dan 32 kg/ha KCl, maupun pada rekomendasi PHSL yaitu 197,8 kg/ha Urea, 72 kg/ha SP36, dan 33,33 kg/ha KCl.

Penerapan jumlah dan jenis pupuk pada PHSL dan teknologi eksisting petani disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa hara N pada perlakuan PHSL dan perlakuan petani diberikan sebanyak tiga kali, meskipun waktu pemberian pada perlakuan PHSL lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan petani. Hal ini mempercepat ketersediaan hara N yang segera dibutuhkan untuk menginisiasi pertumbuhan tanaman. Unsur N merupakan unsur hara paling dinamis. Unsur ini mudah hilang melalui volatilisasi atau perkolasi air tanah, mudah berubah bentuk, dan juga mudah diserap tanaman (Suwandi, 2009). Pemberian N yang tidak tepat dapat menyebabkan inefisiensi karena sifat N yang mudah hilang. Efisiensi pupuk N di Asia Tenggara jarang melebihi 40% (De Datta, 1981 dalam Kasno dan Setyorini, 2008). Menurut Gani (2009), kehilangan N semakin tinggi dengan

Jumlah hara P dan K pada perlakuan PHSL diberikan seluruhnya pada pemupukan I yaitu umur 12 hst, lebih cepat dibandingkan perlakuan petani yang memberikan pupuk P dan K sebanyak dua kali yaitu pada umur 14 hst dan 28 hst. Hal ini berimplikasi pada terlambatnya ketersediaan unsur hara P dan K untuk pertumbuhan tanaman. Unsur P merupakan unsur yang sukar larut sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, pemupukan P sebaiknya diberikan pada awal pertanaman (Sarief, 1984).

Dari sisi jumlah, penggunaan pupuk pada perlakuan petani lebih tinggi. Penggunaan N dan P lebih tinggi masing-masing sekitar 13% dan 23%. Hal ini sesuai dengan Dobermann *et al.* (2002a) bahwa jumlah penggunaan N pada

Tabel 1. Jumlah hara dan waktu aplikasi pupuk pada perlakuan PHSL dan perlakuan petani pada MT I dan MT II di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Perlakuan/hara		Jumlah Pupuk N, P, dan K/MT/Waktu Tanam		
MT I				
PHSL	Pemupukan I (12 hst)	Pemupukan II (24 hst)	Pemupukan III (36 hst)	
- N (kg/ha)	29	25	28	
- P (kg/ha)	26	0	0	
- K (kg/ha)	20	0	0	
Perlakuan Petani	Pemupukan I (14 hst)	Pemupukan II (28 hst)	Pemupukan III (47 hst)	
- N (kg/ha)	48	23	33	
- P (kg/ha)	23	10	0	
- K (kg/ha)	16	3	0	
MT II				
PHSL	Pemupukan I (14 hst)	Pemupukan II (27 hst)	Pemupukan III (40 hst)	
- N (kg/ha)	25	34	35	
- P (kg/ha)	29	0	0	
- K (kg/ha)	10	0	0	
Perlakuan Petani	Pemupukan I (25 hst)	Pemupukan II (45 hst)	Pemupukan III	
- N (kg/ha)	51	47	0	
- P (kg/ha)	28	20	0	
- K (kg/ha)	28	0	0	

Sumber: Pencatatan harian petani, 2012

semakin tingginya takaran pupuk akibat imobilisasi dan fiksasi amonium, sehingga hara N tidak tersedia bagi tanaman.

perlakuan petani lebih tinggi dibandingkan dengan PHSL dan kajian Buresh *et al.* (2012) yang menguji penerapan PHSL di delapan provinsi. Tisdale *et al.* (1985) dalam Subandi

(2013) menyatakan terdapat indikasi adanya kelebihan penggunaan pupuk K, yang menyebabkan tanaman menyerap unsur K lebih banyak dari kebutuhan untuk pertumbuhan optimalnya.

Pada Tabel 1, nampak bahwa waktu aplikasi pemupukan berdasarkan teknologi petani relatif lebih lambat dibandingkan dengan PHSL. Waktu pemupukan yang lebih lambat mempengaruhi penyerapan jumlah unsur hara yang diserap oleh tanaman dan pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Subandi (2013) menyebutkan pola penyerapan hara K pada tanaman padi mengikuti pola pertumbuhan vegetatif. Kebutuhan unsur K sekitar 75% pada tanaman padi diambil sebelum fase bunting dan 25% pada saat pembentukan biji. Unsur P dalam tanah tidak mudah diserap tanaman, hanya 15 – 20% yang dapat diserap oleh tanaman padi dan sisanya tertinggal sebagai residu (Baharsyah, 1990 dalam Kasno dan Setyorini, 2008). Khusus unsur P dan K yang memiliki sifat lambat diserap oleh tanaman, maka sebaiknya diberikan lebih awal. Tejoyuwono *et al.* (2006) menyebutkan penyerapan unsur N dibutuhkan pada saat pembibitan pertunasan, primordial hingga berbunga, sementara penyerapan P dibutuhkan dari fase pembibitan hingga berbunga.

Pada MT II, pola pemberian pupuk antara PHSL dengan petani relatif sama dengan MT I khususnya untuk jumlah dan waktu pemupukan, bahkan pada perlakuan petani, tidak ada lagi

Tabel 2. Tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif saat umur 45 hst dan 95 hst di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		Jumlah Anakan Produktif	
	45 hst	95 hst	45 hst	95
PHSL	51,13 a	99,61 a	18,35 a	18,28 a
Perlakuan Petani	51,15 a	99,82 a	17,42 b	15,97 b
KK (%)	0,868	0,855	3,17	3,05

Ket: nilai rata-rata pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95%

pemupukan III. Selain itu, juga terdapat pergeseran waktu pemupukan pada perlakuan

PHSL. Hal ini tidak terlepas dari jawaban terhadap 16 pertanyaan yang diberikan petani pada saat pengisian aplikasi PHSL.

Tinggi Tanaman dan Jumlah Anakan Produktif

Tinggi rendahnya tanaman padi sawah dipengaruhi lingkungan dan genetik tanaman tersebut. Keragaan tinggi tanaman dan jumlah anakan pada umur 45 hst dan 95 hst disajikan pada Tabel 2. Tinggi tanaman pada umur 45 hst dan 95 hst untuk kedua perlakuan PHSL dan petani tidak berbeda nyata. Faktor lingkungan dan faktor genetik dari varietas mempengaruhi tinggi tanaman (Suseno, 1981). Faktor eksternal (iklim, edafik/tanah, dan biologis) dan faktor internal (laju fotosintesis, respirasi, pembagian hasil asimilasi dan N, kapasitas untuk menyimpan cadangan makanan, aktivitas enzim, dan pengaruh langsung genetik) mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Selanjutnya Salisbury dan Cleon (1995) mengemukakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan pembelahan dan perkembangan sel pada meristem apikal dan sangat dipengaruhi suplai hara dari media tumbuh. Ketersediaan unsur hara dalam jumlah memadai dapat meningkatkan laju metabolisme dan proses fisiologi lainnya pada bibit, yang pada akhirnya meningkatkan laju pertumbuhan bibit.

Pengamatan jumlah anakan menunjukkan bahwa sampai 45 hst jumlah anakan tidak

berbeda nyata. Namun, sejalan bertambahnya umur tanaman, jumlah anakan produktif menjadi

semakin menurun dan berbeda nyata antar perlakuan. Jumlah anakan pada umur 45 hst cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah anakan menjelang panen (Suhendrata, 2010). Jumlah anakan produktif sangat dipengaruhi oleh pemupukan NPK. Rata-rata jumlah anakan berkurang dan berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi pupuk N (Simatupang *et al.*, 2001 dalam Syahri dan Reny, 2014).

Pada Tabel 2 juga nampak bahwa jumlah anakan produktif pada perlakuan petani lebih rendah dibandingkan dengan PHSL meskipun dari sisi total takaran pupuk yang diberikan lebih tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan keterlambatan aplikasi hara P dan K pada perlakuan petani yang diaplikasikan dua kali yaitu pada umur 14 hst dan 28 hst, sementara pada perlakuan PHSL aplikasi P dan K diberikan pada umur 12 hst (Tabel 1). Hara P berperan dalam merangsang pertumbuhan akar, sedangkan hara K berperan dalam fotosintesis melalui pengaturan elastisitas stomata (Al-Jabri, 2013). Dengan demikian, keterlambatan pemberian kedua jenis hara tersebut mempengaruhi pertumbuhan akar dan fotosintesis yang berimplikasi pada jumlah anakan yang terbentuk. Menurut Zaini (2012), kandungan hara P dan K di tanah tergolong sedang sampai tinggi, sehingga pupuk NPK Ponska lebih efisien diberikan sebagai pupuk dasar (pemupukan I). Lebih lanjut, pemupukan N pada perlakuan petani diberikan hingga tanaman berumur 47 hst, atau lebih lama dibandingkan hasil penelitian BB Padi (2006) dalam Abdulrachman (2007) yaitu pemberian N sebaiknya diberikan pada umur 40

hst. Makarim dan Ikhwani (2008) menyebutkan pemberian urea pada fase akhir cenderung kurang bermanfaat.

Gabah Hampa dan Gabah Isi per Malai

Pengamatan jumlah gabah hampa per malai menunjukkan adanya perbedaan nyata. Jumlah gabah hampa pada perlakuan petani lebih banyak (Tabel 3). Hal ini diduga karena keterlambatan proses serapan hara P dan K. Pupuk P dan K biasanya diberikan sebagai pupuk dasar (Jamil *et al.*, 2014). Hara P berperan dalam merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pembungaan, dan hasil gabah (Subandi, 2013). Faktor yang diduga menyebabkan tingginya gabah hampa pada perlakuan petani adalah tingginya penggunaan N, mencapai 48 kg N atau setara dengan 104 kg Urea. Padahal, pada stadia awal, kebutuhan pupuk N relatif rendah yaitu sekitar 50 kg Urea (Jamil *et al.*, 2014). Penggunaan N secara berlebihan dapat menyebabkan tanaman mudah rebah dan butir hampa meningkat (Aldrich, 1980 dalam Abdulrachman *et al.*, 2009), bahkan dapat menurunkan produksi (Triadiati *et al.*, 2012). Perbedaan respon pemupukan N dapat disebabkan oleh kandungan N dalam tanah. Pada tanah dengan kandungan N rendah, pemberian N dapat meningkatkan hasil atau sebaliknya. Kondisi ini sesuai dengan hasil analisis tanah menggunakan PUTS di lokasi pengkajian.

Tabel 3. Jumlah gabah hampa dan gabah hampa dan gabah isi per malai pada penerapan teknologi PHSL dan teknologi eksisting di Kecamatan Uepai Kabupaten Konawe, 2012

Perlakuan	Gabah Hampa	Gabah Isi
PHSL	16,84 a	85, 15 a
Perlakuan petani	20,48 b	82,85 a
KK (%)	29,22	6,62

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95%

Bobot 1.000 Butir dan Hasil Padi

Bobot 1.000 butir dan hasil padi merupakan resultan dari variabel agronomis terutama jumlah anakan produktif dan jumlah gabah isi/gabah hampa. Pengamatan bobot 1.000 butir dan hasil padi disajikan pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa dalam hal bobot 1.000 butir tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan PHSL dan perlakuan petani.

dibandingkan cara petani. Capaian ini sejalan dengan hasil kajian Buresh *et al.* (2012) yang mengemukakan bahwa penggunaan teknologi PHSL berpotensi meningkatkan hasil gabah sekitar 400 kg/ha/musim tanam. Hasil pengujian PHSL di Jawa dan luar Jawa menunjukkan bahwa penggunaan rekomendasi PHSL mampu memberikan peningkatan produksi sebesar 200 kg/ha/MT di Jawa dan sekitar 600 kg/ha/MT di luar Jawa. Berkaitan dengan hal tersebut, Zheng

Tabel 4. Bobot 1.000 butir dan produktivitas GKP penerapan teknologi PHSL dan teknologi eksisting di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Parameter	Bobot 1000 butir (g)	Produktivitas GKP (t/ha)
PHSL	30,26 a	6,69 a
Perlakuan petani	30,07 a	4,92 b
KK (%)	3,21	8,49

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95%

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Abdulrachman *et al.* (2004) bahwa pemberian pupuk N, P dan K serta kombinasinya pada varietas IR64 berpengaruh terhadap jumlah malai, namun tidak berpengaruh terhadap bobot 1.000 butir gabah. Lebih lanjut, disebutkan bahwa bobot 1.000 butir yang tidak berbeda antar perlakuan pemupukan diduga karena komponen hasil berat 1.000 butir lebih erat kaitannya dengan faktor genetik tanaman.

Pada Tabel 4, nampak bahwa produktivitas padi sawah yang menggunakan teknologi PHSL lebih tinggi dan berbeda nyata

(2007) dalam Triadiati *et al.* (2012) menjelaskan bahwa pemberian pupuk N berlebihan dapat menyebabkan toksik pada tanaman yang berdampak negatif pada pertumbuhan vegetatif dan generatif.

Kinerja PHSL

Keunggulan penggunaan aplikasi PHSL adalah adanya informasi berupa angka target hasil yang dimasukkan ke dalam sistem untuk memperoleh keluaran perkiraan produksi jika rekomendasi tersebut diterapkan. Rata-rata

Tabel 5. Produktivitas padi sawah yang diperoleh pada penerapan teknologi PHSL dan teknologi petani pada MT I dan MT II di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Uraian	Produktivitas GKP (t/ha)	
	MT I	MT II
a. Rata-rata PHSL	6,69	5,81
- Target PHSL maksimal	6,31	5,52
- Target PHSL minimal	5,89	5,14
b. Perlakuan petani tahun yang sama dengan PHSL	4,99	4,84
c. Perlakuan petani tahun sebelumnya	4,49	4,38
d. Persentase petani yang mencapai target (%)	87,5	89,5
e. Persentase petani yang tidak mencapai target (%)	12,5	10,5

Sumber: Data primer diolah, 2012

produktivitas padi dari penerapan teknologi PHSL dan teknologi petani dapat dilihat pada Tabel 5. Terlihat bahwa produktivitas padi sawah dengan teknologi PHSL lebih tinggi sekitar 34%. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Doberman *et al.* (2002a) pada beberapa wilayah di Asia. Teknologi PHSL memberikan produksi lebih tinggi sekitar 7% dibandingkan dengan teknologi eksisting petani.

Produktivitas rata-rata yang dicapai lebih tinggi sekitar 6% pada MT I dan 5% pada MT II dibandingkan dengan target produksi maksimal dalam skenario produksi yang diperoleh dari aplikasi PHSL. Selanjutnya, hasil kajian menunjukkan 87,5% petani yang menerapkan teknologi PHSL mencapai target sesuai yang direkomendasikan. Abdulrachman *et al.* (2011, 2012) dalam Jamil *et al.* (2014) yang melakukan verifikasi terhadap rekomendasi PHSL di Jawa Barat dan Yogyakarta, menyimpulkan bahwa rekomendasi PHSL pada tanaman padi tergolong akurat dengan tingkat capaian >100%.

Hasil regresi menunjukkan, hanya variabel dummy yang signifikan, sementara variabel lainnya tidak signifikan. Variabel jumlah

pada dasarnya merupakan efek akumulasi dari ketepatan jumlah, waktu, dan cara pemberian. Hal tersebut tergambar dari pengaruh signifikan variabel dummy (PHSL=1 dan perlakuan petani=0), yang berarti dalam PHSL terdapat ketepatan jumlah dan waktu aplikasi. Hal tersebut sekaligus mengindikasikan efisiensi teknologi PHSL. Erythrina dan Zaini (2015) menyebutkan penggunaan PHSL mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk ditunjukkan dengan kenaikan hasil gabah per satuan jumlah pupuk.

Analisis Ekonomi

Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa penerapan teknologi PHSL layak dilakukan dengan nilai BCR > 1, baik pada MT I maupun MT II. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi PHSL memiliki peluang untuk dikembangkan lebih luas di tingkat petani. Hasil analisis ekonomi juga menunjukkan penerapan teknologi PHSL menyebabkan efisiensi pemupukan. Hal ini dapat dilihat dari biaya pupuk yang lebih rendah, dengan selisih sebesar Rp82.300 pada MT I dan

Tabel 6. Estimasi parameter pengaruh penerapan teknologi PHSL pada MT I di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Variabel Bebas	Koefisien Regresi	Standar Error	Level Signifikan
Intercept	3,084	1,209	0,014*
Jumlah hara N	0,003	0,002	0,216 ^{ns}
Jumlah hara P	-0,009	0,008	0,288 ^{ns}
Jumlah hara K	0,011	0,009	0,228 ^{ns}
Waktu pemupukan I	0,003	0,027	0,907 ^{ns}
Waktu pemupukan II	0,082	0,042	0,146 ^{ns}
Waktu pemupukan III	0,002	0,029	0,945 ^{ns}
Dummy	0,818	0,327	0,015*
R ²	0,357		
F	5,712		0,000***

Keterangan :

* = signifikan pada taraf kepercayaan 90%

*** = signifikan pada taraf kepercayaan 99%

ns = tidak signifikan

hara N, P dan K, serta waktu pemupukan I, II dan III secara parsial tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi. Efektivitas pemupukan

Rp160.700 pada MT II. Meskipun demikian, total biaya penerapan teknologi PHSL lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi petani, baik pada

MT I maupun pada MT II. Hal ini karena adanya perbedaan cukup besar dari biaya tenaga kerja, khususnya untuk panen karena produksi juga lebih tinggi. Biaya tenaga kerja untuk panen sangat tergantung dari produksi yang dihasilkan. Pada saat panen, perhitungan biayanya adalah sistem bagi hasil yaitu 7 : 1, yang berarti 6 bagian untuk pemilik dan 1 bagian bagi pemilik mesin dan tenaga panen. Dengan demikian, semakin tinggi produksi, maka semakin besar biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk panen dan pasca panen.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa biaya untuk tenaga kerja memiliki proporsi dominan. Hal ini karena usahatani padi sawah merupakan usahatani yang membutuhkan curahan tenaga kerja relatif besar. Dari sumber tenaga kerja yang

digunakan, didominasi tenaga kerja luar keluarga (buruh upahan), terutama pada kegiatan pengolahan lahan, penanaman, sebagian pemupukan, panen, dan pasca panen. Hal ini mencerminkan bahwa usahatani padi sawah merupakan salah satu penyerap tenaga kerja yang besar di perdesaan. Proporsi nilai pembiayaan usahatani untuk pupuk juga cukup besar, yang mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk di tingkat petani cukup baik, baik dari sisi jumlah maupun frekuensi penerapannya.

Nilai B/C penerapan teknologi PHSL lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan petani sejalan dengan penelitian Sahara dan Idris (2007) di Kabupaten Konawe tahun 2006. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa perbaikan teknologi pada usahatani padi sawah di

Tabel 7. Analisis ekonomi penerapan teknologi pemupukan berdasarkan rekomendasi PHSL dan kebiasaan petani di Kecamatan Uepai, Kabupaten Konawe, 2012

Uraian	MT I		MT II	
	Teknologi Petani (Rp)	Teknologi PHSL (Rp)	Teknologi Petani (Rp)	Teknologi PHSL (Rp)
A. Biaya Sarana	1.189.300	1.107.000	1.232.800 (24,60)	1.094.100 (20,50)
Produksi	(21,85)	(17,60)		
1. Pupuk	724.300	642.000	692.800	532.100
• Urea	(13,31)	(10,21)	(13,82)	(9,97)
• SP-36	357.200	298.300	253.800	363.600
• NPK	(6,56)	(4,74)	(5,06)	(6,81)
• SP-36	81.900	37.800	107.800	138.600
• NPK	(1,50)	(0,60)	(2,15)	(2,60)
2. Biaya Non Pupuk	285.200	305.900	331.200	29.900
Pupuk	(5,24)	(4,86)	(6,61)	(0,56)
Non Pupuk	465.000	465.000	540.000	562.000
Pupuk	(8,54)	(7,39)	(10,77)	(10,53)
B. Tenaga Kerja	4.121.000	5.001.000	3.639.600	4.091.600
	(75,71)	(79,50)	(72,61)	(76,65)
C. Lain-Lain	132.500	182.500	140.000	152.000
	(2,43)	(2,90)	(2,79)	(2,85)
D. Biaya Total	5.442.800	6.290.500	5.012.400	5.337.700
E. Penerimaan	13.972.000	18.732.000	15.488.000	18.592.000
1. Produksi (kg)	4.990	6.690	4.840	5.810
2. Harga (Rp/kg)	2.800	2.800	3.200	3.200
F. Laba	8.529.200	12.441.500	10.475.600	13.254.300
G. B/C	1,57	1,98	2,09	2,48

Ket: Angka dalam kurung menunjukkan proporsi biaya terhadap biaya total (%)

antaranya teknologi pemupukan, memberikan nilai B/C sebesar 2,06 lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi petani (B/C 1,80).

Nilai keuntungan bersih (NKB) pada MT I dan MT II masing-masing bernilai >1. Hal ini mengindikasikan bahwa keuntungan bersih dari penerapan teknologi PHSL lebih baik dibandingkan teknologi eksisting. Tingginya keuntungan bersih tersebut mencerminkan adanya efisiensi biaya, yaitu biaya yang dikeluarkan untuk pembelian input teknologi masih lebih rendah dibandingkan keuntungan

teknologi PHSL memberikan keuntungan. Nilai MBCR masing-masing sebesar 5,12 dan 5,70 pada MT I dan MT II mencerminkan bahwa tambahan biaya sebesar Rp1.000 untuk mengubah teknologi dari teknologi eksisting menjadi teknologi PHSL memberikan tambahan keuntungan masing-masing sebesar Rp5.120 dan Rp5.700. Hasil ini sejalan dengan temuan Sahara dan Idris (2007) dengan nilai MBCR atas biaya riil dan atas biaya total masing-masing 5,16 dan 2,01 atau usahatani padi sawah layak dikembangkan.

Tabel 8. Analisis *losses and gains* penerapan teknologi PHSL dan teknologi petani

Korbanan (Losses)	Musim Tanam I			Korbanan (Losses)	Musim Tanam II		
	Jumlah (Rp)	Perolehan (Gains)	Jumlah (Rp)		Jumlah (Rp)	Perolehan (Gains)	Jumlah (Rp)
1. Tambahan biaya pupuk NPK	20.700	1. Pengurangan biaya pupuk urea	58.900	1. Tambahan biaya pupuk urea	109.800	1. Pengurangan biaya pupuk NPK	301.300
2. Tambahan biaya tenaga kerja	880.000	2. Pegurangan biaya pupuk SP-36	44.100	2. Tambahan biaya pupuk SP-36	30.800	2. Pengurangan biaya herbisida	8.000
3. Tambahan biaya lain-lain	50.000	3. Tambahan pendapatan	4.760.000	3. Tambahan biaya tenaga kerja	452.000	3. Pengurangan biaya racun hama	30.000
				4. Tambahan biaya lain-lain	12.000	4. Tambahan pendapatan	3.104.000
Total Losses	950.700	Total Gains	4.863.000	Total Losses	604.600	Total Gains	3.443.300
Tambahan Laba	(4.863.000 – 950.700) = 3.912.300			Tambahan Laba	(3.443.300 – 604.600) = 2.838.700		
MBCR	5,12			MBCR	5,70		

yang diperoleh. Menurut Azri (2014), di Kalimantan Barat, penggunaan teknologi pemupukan berdasarkan analisis PUTS dan laboratorium memberikan angka NKB masing-masing 1,41 dan 1,45 dibandingkan dengan perlakuan petani. Buresh *et al.* (2012) menyatakan penggunaan PHSL memberikan pendapatan usahatani lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan petani yaitu sebesar Rp1.134.980 di Jawa dan Rp2.082.340 di luar Jawa.

Hasil analisis MBCR (Tabel 8) pada MT I maupun pada MT II menunjukkan nilai MBCR > 1. Dengan demikian, mengubah teknologi pemupukan dari teknologi eksisting petani ke

KESIMPULAN

Penerapan teknologi pemupukan berdasarkan PHSL pada tanaman padi di lahan sawah irigasi Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara terbukti cukup efektif dibandingkan teknologi petani, khususnya dilihat dari aspek capaian produktivitas padi pada kedua musim tanam.

Petani yang dapat mencapai target hasil sesuai rekomendasi PHSL masing-masing 87,5% pada MT I dan 89,5% pada MT II. Namun demikian, adaptasi lebih lanjut dalam skala areal lebih luas perlu dikaji lebih intensif, bekerjasama

dengan dengan Dinas Pertanian dan Badan Pelaksana Penyuluhan Pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan Terimakasih kepada Dr. Madonna Casimero (IRRI) dan Bapak Prof. Zulkifli Zaini (Puslitbangtan) yang telah melibatkan dan membimbing penulis dalam pengujian PHSL di Sulawesi Tenggara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S. 2007. Pemupukan nitrogen padi sawah melalui fixed time dan real time pada sistem tanam benih langsung. Apresiasi Hasil Penelitian Padi. Balai Penelitian Padi Sukamandi. Sukamandi-Jawa Barat.
- Abdulrachman, S., N. Agustian dan H. Sembiring. 2009. Verifikasi metode penetapan kebutuhan pupuk pada padi sawah irigasi. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 4(2): 105 – 115.
- Abdulrachman, S., Z. Susanti dan Suhana. 2004. Efisiensi penggunaan pupuk pada tanaman padi selama dua musim berturut-turut. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*. Vol. 23 (2): 65-72.
- Abidin, Z., Hilman dan Agussalim. 2009. Production influencing factors of cocoa farming sistem in Kolaka Regency Southeast Sulawesi. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 12(1): 43–51.
- Abidin, Z, Rusdin, Bungati dan Didik Rahardjo. 2012. Pemetaan implementasi teknologi padi sawah dan strategi pengembangannya di Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara.
- Prosiding Seminar Nasional 2012. Manado.
- Al-Jabri, M. 2013. Teknologi Uji Tanah Untuk Penyusunan Rekomendasi Pemupukan berimbang Tanaman Padi Sawah. *Buletin Pengembangan Inovasi Pertanian “Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan”*. Vol. 6(1): 11-12.
- Azri. 2014. Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Padi Sawah di Kabupaten Pontianak. *Buletin Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi*. Vol. 1(1): 9 - 17.
- Badan Litbang Pertanian. 2009. Pedoman umum PTT Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. Statistik Indonesia Tahun 2011. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta
- Bananiek, S. dan Z. Abidin. 2013. Faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi adopsi teknologi pengeolaan tanaman terpadu padi sawah di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 16(2): 111– 121.
- Buresh, R. J., D. Setyorini, S. Abdulrachman, F. Agus, C. Witt, I. Las, dan S. Hardjosuwirjo. 2006. Improving nutrient management for irrigated rice with particular consideration to Indonesia. p. 165-178. In: Sumarno, Suparyono, A.M. Fagi, M.O. Adnyana (eds.). *Rice Industry, Culture and Environment: Book 1. Proceedings of the International Rice Conference, 12-14 September 2005, Bali, Indonesian Center for FoodCrops Research and Development (ICFORD) Bogor*.
- Buresh R. J., R. Castillo, M. van den Berg, and G. Gabinete. 2007. Nutrient Management Decision Tool for Small-Scale Rice and Maize Farmers. Diakses pada <http://www.fftc.agnet.org>.

- Buresh, R. J. 2011. Field evaluation of improved nutrient management provided by nutrient manager for rice. International Rice Research Institute, Philippines.
- Buresh, R. J., Z. Zaini, M. Syam, S. Kartaatmadja, Suyanto, R. Castillo, J. Dela Torre, P. J. Sinohin, S. S. Girsang, A. Thalib, Z. Abidin, B. Susanto, M. Hatta, D. Haskarini, R. Budiono, Nurhayati, M. Airin, D.W. Soegondo, M. van den Berg, H. Sembiring, M. J. Mejaya and V. B. Tolentino. 2012. Nutrient manager for rice: a mobile phone and internet application increases rice yield and profit in rice farming. Paper presented at International Rice Semiar, ICRR. Sukamandi.
- Dobermann A, C. Witt, and D. Dawe. 2002a. Performance of site-specific nutrient management in intensive rice cropping systems of Asia. *Better Crops International*. Vol. 16(1): 25-30.
- Dobermann A., C. Witt, and D. Dawe (eds). 2002b. Increasing the productivity of intensive rice systems through site-specific nutrient management. Science Publishers, Inc., International Rice Research Institute (IRRI), New Delhi, India and Los Banos, the Philippines.
- Erythrina dan Z. Zaini. 2015. Revitalisasi pemupukan padi sawah berbasis lingkungan. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 10(1): 1 – 8.
- Fagi, A. M. dan Las, I. 2007. Membekali Petani Dengan Teknologi Maju Berbasis Kearifan Lokal Pada Era Revolusi Hijau Lestari. Di dalam Kasryno, F., E. Pasandaran dan A. M. Fagi (Eds). *Membalik Arus Menuai Kemandirian Petani*. Yayasan Padi Indonesia, Jakarta.
- Gani, A. 2009. Keunggulan Pupuk Majemuk NPK Lambat Urai untuk Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*. Vol. 28(3): 148 – 157.
- Gill, M. S., A. K. Shukla and P. S. Pandey. 2008. Yield, Nutrient Response and Economic Analysis of Important Cropping Systems in India. *Indian J. Fert.* Vol. 4(4):11-38.
- Gomez, K. A. dan A. A. Gomez. 2007. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Eds Kedua. Terjemahan. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Jamil, A., S. Abdurachman dan S. Mahyudin. 2014. Dinamika anjuran dosis pemupukan N, P dan K pada padi sawah. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 9(2): 63 – 77.
- Kasno, A dan D. Setyorini. 2008. Neraca hara N, P dan K pada tanah inceptisols dengan pupuk majemuk untuk tanaman padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 27(3): 141 – 147.
- Makarim, A. K. dan Ikhwani. 2008. Respon Komponen Hasil Varietas Padi Terhadap Perlakuan Agronomis. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 27(3): 148 – 153.
- Pompalino, M. F., I. J. Manguiat, S. Ramanathan, H. C. Gines, P.S. Tan, T.T.N. Chi, R. Rajendran, and R.J. Buresh. 2007. Environmental impact and economic benefits of site-specific nutrient management (SSNM) in irrigated rice systems. *Agric. Syst.* Vol. 93: 1–24.
- Rahman, B dan A. Saryoko. 2008. Analisis titik impas dan laba usahatani melalui pendekatan pengelolaan padi terpadu di Kabupaten Lebak-Banten. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 11(1): 54 – 60.
- Ritung, S., Hikmatullah, M. Taufik R. dan Ropik. 2013. Peta Zona Agro Ekologi Provinsi Sulawesi Tenggara Skala 1 : 250.000. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Sahara, D. dan Idris. 2007. Kajian struktur biaya dan alokasi curahan tenaga kerja pada sistem usahatani padi sawah (studi kasus di

- Kabupaten Konawe). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 10(2): 137 – 148.
- Salisbury, F. B. dan Cleon W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Terjemahan. Diah R Lukman dan Sumarsono (penerjemah). ITB Bandung.
- Sarief, S. 1984. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana, Bandung.
- Satyanarayana, T., M. Majumdar dan D. P. Birdar. 2011. New approaches and tools for site-specific nutrient management with reference to potassium. *Karnataka J. Agric. Sci.* Vol. 24: 86 – 90.
- Sirappa, M. P. dan D. W. Edwen. 2009. Kajian varietas dan pemupukan terhadap peningkatan hasil padi sawah di dataran Pasahari Maluku. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 12(1): 79 – 90.
- Stewart, W. M. and T. L. Robert. 2012. Food security and the role of fertilizer in supporting it. *Procedia Engineering*. Vol. 46: 76-82.
- Subandi. 2013. Peran dan pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di Indonesia. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*. Vol. 6(1): 1 – 10.
- Suhendrata, T. 2010. Uji adaptasi varietas unggul dan galur harapan padi umur sangat genjah pada musim kemarau dan musim hujan di Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol. 15(1): 1 – 6.
- Susanto, A. N., P. S. Marthen dan D.W. Edwen. 2013. Kajian pengelolaan hara spesifik lokasi padi sawah irigasi di Kabupaten Buru. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, Vol 16(1): 20 – 31.
- Suwandi. 2009. Menakar kebutuhan hara tanaman dalam pengembangan inovasi budidaya sayuran berkelanjutan. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*. Vol. 2(2): 131 – 147.
- Swastika, D. K. S. 2004. Beberapa teknik analisis dalam penelitian dan pengkajian teknologi pertanian. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 7(1): 90 – 103.
- Syahri dan U. S. Reny. 2014. Efektivitas paket rekomendasi pemupukan terhadap produktivitas padi di lahan lebak Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 17(3): 211 – 221.
- Tejoyuwono, N., S. Suprpto dan S. Endang. 2006. *Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan*. *Repro Ilmu Tanah*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Triadiati, A., A. Pratama dan S. Abdurachman. 2012. Pertumbuhan dan efisiensi penggunaan nitrogen pada padi (*Oryza sativa* L.) dengan pemberian pupuk urea yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol. 20 (2): 1 – 14.
- Wang, G., A. Dobermann, W. Christian, S. Quingzhu and R. Fu. 2001. Performance of site-specific nutrient management for irrigated rice in Southeast China. *Agronomic Journal*. Vol. 93: 869 – 878.
- Zaini, Z. 2012. Pupuk Majemuk dan Pemupukan Hara Spesifik Lokasi pada Padi Sawah. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 7(1): 1 – 7.