

Teknologi Pemupukan Mendukung Jarwo Super

Fertilizer Technology in Supporting Jarwo Super

Husnain¹, Dedi Nursyamsi², M. Syakir³

¹ Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16114. Email: husnain.isri@gmail.com

² Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16114

³ Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jl. Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Diterima 1 Juni 2016; Direview 3 Juni 2016; Disetujui dimuat 30 Juni 2016

Abstrak. Terobosan program Jarwo Super yang merupakan integrasi berbagai Teknologi Badan Litbang Pertanian diharapkan dapat meningkatkan produktivitas komoditas padi. Adapun komponen teknologi Jarwo Super terdiri dari budidaya jajar legowo, pemanfaatan alat mesin pertanian, benih unggul, pemupukan dengan dosis optimal menggunakan PUTS, pemanfaatan dekomposer M-Dec dalam pengelolaan limbah jerami, pemanfaatan pupuk hayati dalam *seed treatment* (Agrimeth) dan biopestisida untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman. Teknologi pemupukan baik anorganik, organik serta hayati memberikan kontribusi signifikan dalam paket teknologi Jarwo Super. Pemupukan secara umum memberikan kontribusi minimal 20% dalam sistem produksi pertanian. Dengan demikian, rekomendasi pemupukan yang sesuai dengan status hara tanah, optimal untuk varietas hasil tinggi dengan target hasil optimal sangat dibutuhkan. Penggunaan bahan organik seperti jerami padi yang berlimpah di lahan sawah perlu digalakkan kembali mengingat kompos jerami mengandung berbagai unsur hara terutama K dan Si serta memiliki fungsi meningkatkan kondisi fisik dan biologi tanah. Untuk mempercepat proses pembusukan jerami maka diperlukan dekomposer yang dapat memperpendek proses dekomposisi. Berbagai mikroba unggul dalam tanah dapat berfungsi dalam proses dekomposisi bahan organik, menghancurkan komponen toksik, transformasi inorganik, fiksasi N, *Rhizobacteria*, dan proteksi tanaman. Isolasi mikroba unggul dengan fungsi diatas menjadi cikal bakal formulasi pupuk hayati. Pupuk hayati dapat digunakan sebagai *seed treatment*, diberikan ke tanah dan tanaman sesuai dengan fungsinya. Berbagai jenis pupuk (anorganik, organik, hayati) yang diproduksi perlu diatur agar tidak merugikan konsumen yang sebagian besar adalah petani.

Kata kunci: Jarwo Super / Jajar Legowo / Pemupukan Berimbang / Pupuk Organik / Pupuk Hayati / Dekomposer

Abstract. Breakthrough program called Jarwo Super is an integration of various technologies of IAARD is expected to increase rice productivity. The program includes in Jarwo Super are Jajar Legowo (skip row), mechanization, high yield variety, balance fertilization with optimal dose (using paddy soil test kits PUTS), rice straw management (using decomposer M-Dec), the use of biofertilizers (Agrimeth) and biopesticides. Proper fertilizer management of inorganic, organic and biofertilizer will contributed significantly in the Jarwo Super Technology. In general, fertilizer contribute at least 20% in agricultural production systems. Thus, the fertilizer recommendation must consider soil nutrient status and high nutrient uptake by new variety. The use of organic materials such as rice straw which is abundant in rice fields should be encouraged recall straw compost contains variety of nutrients, especially K and Si as well as having the function of improving the physical and biological soil. Decomposer is required to speed up the decomposition process. Various microbes in the soil play important function in the soil such as decomposition of organic matter, destroying the toxic components, inorganic transformation, N fixation, *Rhizobacteria*, and plant protection. Isolation of microbes which having important function as mention above became the key in formulation of biofertilizer. Biofertilizer can be used as a seed treatment, soil and plants according to their function. Various types of fertilizers (inorganic, organic, biofertilizer) that is produced and commercially used should be regulated to protect farmer as the most user.

Keywords: Jarwo Super / Jajar Legowo / Balance Fertilization / Organic Fertilizer / Biofertilizer / Decomposer

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris dengan jumlah penduduk tercatat 238,5 juta jiwa tahun 2010 (BPS 2012) dan diproyeksikan mencapai 305,6 juta jiwa di tahun 2035 (BPS 2013), maka dapat dipastikan kebutuhan pangan menjadi fokus utama program pemerintah. Gangguan ketersediaan pangan bahkan

dapat memicu instabilitas keamanan nasional (Koch *et al.* 2013). Pada masa orde baru, sektor pertanian menjadi perhatian pemerintah yang dilaksanakan melalui program Bimas, Insus dan Supra Insus yang mengantarkan swasembada beras pada tahun 1984. Namun demikian hal tersebut tidak berlangsung lama, Indonesia kembali menjadi importir beras. Selanjutnya pada tahun 90-an atau era reformasi, pemerintah

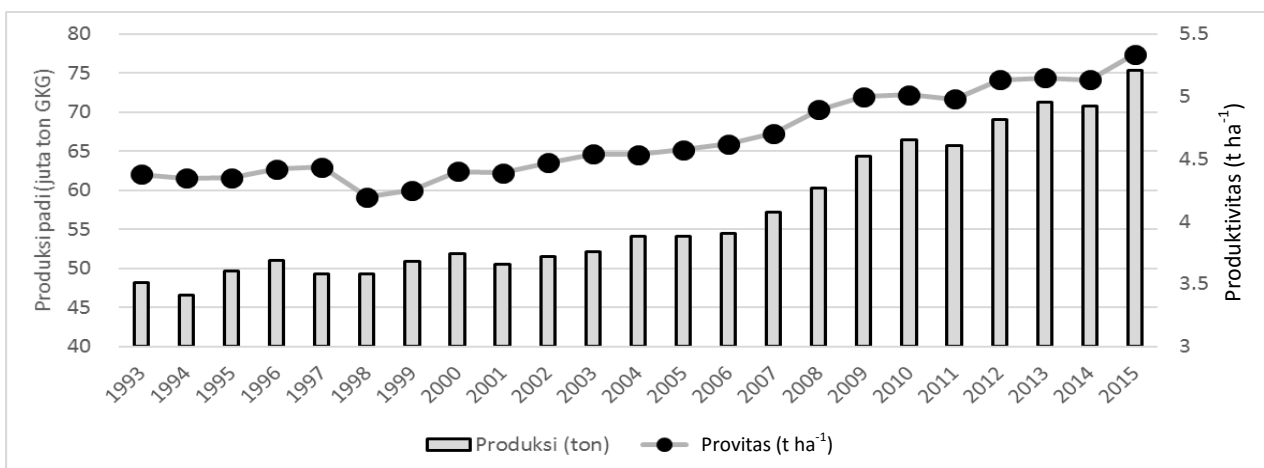
mengarahkan kebijakan pembangunan pertanian ke sistem agribisnis dan ketahanan pangan. Pada tahun 2008, diperkenalkan kebijakan revitalisasi pertanian dan perdesaan. Program tersebut diselaraskan dengan kondisi riil kemajuan pembangunan pertanian dan antisipasi perubahan lingkungan strategis pembangunan pertanian ke depan. Dua strategi besar yang ditempuh untuk implementasi berbagai program di dalamnya, yaitu memperkokoh fondasi pembangunan pertanian melalui Panca Yasa, dan akselerasi pembangunan pertanian (Bappenas 2009).

Melalui berbagai program yang telah dijalankan, peningkatan produksi nasional belum mencapai target yang diharapkan, disisi lain impor bahan pangan hampir tidak terkendali. Terlepas dari persoalan kartel impor pangan, program peningkatan produksi juga masih perlu banyak perbaikan baik secara teknis maupun regulasinya. Belajar dari kondisi sebelumnya, sebagaimana telah tertuang dalam Nawacita dan terangkum dalam RPJMN 2015-2019, sasaran pembangunan pertanian ke depan adalah untuk mewujudkan kedaulatan pangan, di mana seluruh kebutuhan pangan pokok akan diupayakan untuk dipenuhi dari produksi dalam negeri. Untuk mewujudkan target tersebut, maka Kementerian Pertanian menetapkan 4 (empat) target sukses yang ingin dicapai yaitu: (1) swasembada padi, jagung, dan kedelai, serta peningkatan produksi daging dan gula; (2) peningkatan diversifikasi pangan; (3) peningkatan komoditas bernilai tambah, berdaya saing dalam memenuhi pasar ekspor dan substitusi impor; dan (4) peningkatan pendapatan petani. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah Upaya Khusus (UPSUS) untuk peningkatan produksi komoditas pangan utama (padi, jagung, kedelai, daging dan gula) beserta pengawalannya secara massif (Kementerian Pertanian 2015).

Sebagai hasil berbagai program diatas, salah satunya adalah target produksi padi mencapai 74,99 juta ton dari target 73,40 juta ton (102,17%) (Kementerian Pertanian 2015). Perbandingan produksi dan produktivitas padi dari tahun 1993-2015 dapat dilihat pada Gambar 1. Total produksi padi meningkat tajam sekitar tahun 2007 sebesar 57,2 juta ton dan tahun 2015 mencapai 75,4 juta ton. Pada tahun 2015, berita resmi BPS menyatakan bahwa peningkatan produksi sekitar 6.64%. Kenaikan produksi padi tahun 2015 diperkirakan terjadi di Pulau Jawa sebanyak 1,83 juta ton dan di luar Pulau Jawa sebanyak 2,88 juta ton. Kenaikan produksi diperkirakan terjadi karena kenaikan luas panen seluas 0,51 juta hektar (3,71%) dan kenaikan produktivitas sebesar 1,45 kuintal ha⁻¹ (2,82%) (BPS 2015a). Capaian di atas dilakukan dengan upaya peningkatan luas tanam serta indeks pertanaman dengan perbaikan saluran irigasi. Namun demikian, bila perluasan tanam telah maksimal dilakukan maka produktivitas menjadi kunci keberlanjutan produksi ke depan. Untuk meningkatkan produktivitas padi nasional maka Badan Litbang Kementerian Pertanian beserta semua unit kerja di seluruh propinsi (UK/UPT) bertanggungjawab untuk mendukung program Upaya Khusus (UPSUS) Swasembada Pangan tersebut. Berbagai teknologi unggulan seperti jajar legowo, alsintan, benih unggul, biopestisida, pemupukan berimbang, peningkatan kesuburan tanah dengan bahan organik, pemanfaatan mikroba sebagai pupuk hayati dan dekomposer.

TEKNOLOGI JAJAR LEGOWO SUPER (JARWO SUPER)

Sistem tanam jajar legowo adalah pola bertanam yang berselang-seling antara dua atau lebih (biasanya



Gambar 1. Trend produksi dan produktivitas padi selama periode 1993-2015 (BPS 2015b)

Figure 1. Trend of rice production and productivity during the period of 1993-2015 (BPS 2015b)

dua atau empat) baris tanaman padi dan satu baris kosong. Sistem legowo adalah suatu rekayasa teknologi untuk mendapatkan populasi tanaman lebih dari 160.000 ha⁻¹. Istilah Legowo di ambil dari bahasa jawa, yaitu berasal dari kata "lego" berarti luas dan "dowo" berarti memanjang. Legowo di artikan pula sebagai cara tanam padi sawah yang memiliki beberapa barisan dan diselingi satu barisan kosong. Baris tanaman (dua atau lebih) dan baris kosongnya (setengah lebar di kanan dan di kirinya) disebut satu unit legowo. Bila terdapat dua baris tanam per unit legowo maka disebut legowo 2:1, sementara jika empat baris tanam per unit legowo disebut legowo 4:1, dan seterusnya (Balitbangtan 2013).

Keunggulan budidaya Jajar Legowo selain meningkatkan populasi pertanaman, juga mampu menambah kelancaran sirkulasi sinar matahari dan udara di sekeliling tanaman pingir sehingga tanaman dapat berfotosintesa lebih baik. Selain itu, tanaman yang berada di pinggir diharapkan memberikan produksi yang lebih tinggi dan kualitas gabah yang lebih baik, mengingat pada sistem tanam jajar legowo terdapat ruang terbuka seluas 25-50%, sehingga tanaman dapat menerima sinar matahari secara optimal yang berguna dalam proses fotosintesis (Balitbangtan 2013).

Dalam perkembangannya, sistem tanam legowo tersebut diyakini merupakan dasar teknologi budidaya padi yang dapat menghasilkan produksi optimal. Namun demikian, aspek pemupukan, varietas unggul, pengendalian OPT serta penggunaan alsintan secara terintegrasi tentu akan menyempurnakan budidaya padi legowo tersebut. Sehingga muncul Teknologi Padi Jajar Legowo Super (Jarwo Super) yang

menggabungkan berbagai teknologi lainnya untuk menghasilkan produksi dan produktivitas optimum. Dalam publikasi Petunjuk Teknis Balitbangtan (2016), definisi Teknologi Padi Jarwo Super adalah teknologi budidaya terpadu padi sawah irigasi berbasis tanam jajar legowo 2:1. Sebagai komponen teknologi jajar legowo tersebut termasuk di dalamnya: 1) varietas unggul baru (VUB) potensi hasil tinggi, 2) biodekomposer (M-Dec), 3) pupuk hayati sebagai *seed treatment* (Agrimeth); 3) pemupukan berimbang berdasarkan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS), 4) pengendalian OPT menggunakan pestisida nabati dan pestisida anorganik serta 5) alat dan mesin pertanian, khususnya untuk tanam (jarwo *transplanter*) dan panen (*combine harvester*). Foto produk terkait pupuk yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.

Menurut Petunjuk Teknis Balitbangtan (2016) Teknologi Jarwo Super telah diuji coba pada 50 ha lahan di Kabupaten Indramayu. Varietas yang ditanam adalah Inpari-30 Ciharang Sub-1, Inpari 32 HDB dan Inpari 33 memberikan hasil diatas 10 ton GKG ha⁻¹ dibandingkan dengan Varietas Ciharang di lahan petani diluar demarea hanya menghasilkan 6 ton GKG ha⁻¹. Paket teknologi yang dicobakan selain teknik tanam jajar legowo 2:1 dan varietas hasil tinggi adalah pemupukan urea 200 kg ha⁻¹ dan NPK Phonska 300 kg ha⁻¹ dikombinasikan dengan 2 t ha⁻¹ kompos (pupuk kandang atau jerami), penggunaan dekomposer M-Dec sebanyak 1 kg ton⁻¹ jerami. Paket ini dilengkapi dengan *seed treatment* dengan pupuk hayati Agrimeth dosis 400 g 25kg⁻¹ benih. Untuk pengendalian OPT dilakukan dengan aplikasi BioProtector dengan dosis 6-10 botol per hektar, untuk tanaman muda 5 cc l⁻¹ yang diberikan



Gambar 2. Produk yang digunakan dalam aplikasi teknologi Jarwo Super (a) Test Kit PUTS, (b) Pupuk Hayati Agrimeth, dan (c) Dekomposer M-Dec (foto: Balitbangtan)

Figure 2. Products used in the application of Jarwo Super technology (a) Test Kit PUTS, (b) Biofertilizer Agrimeth, and (c) Decomposer M-Dec (photo: ISRI)

seminggu setelah tanam kemudian diulang dua kali dalam selang waktu 7-10 hari kemudian 8-10 cc l⁻¹. Selang aplikasi sekitar 10 hari tergantung beratnya serangan.

TEKNOLOGI PEMUPUKAN MENDUKUNG KEBERHASILAN TEKNOLOGI JARWO SUPER

Keberhasilan berbagai teknologi dalam budidaya padi dapat dicapai dengan integrasi secara tepat berbagai teknologi yang saling mendukung. Teknologi Jajar Legowo saja tanpa pengelolaan hara dan pemupukan yang tepat tidak akan memberikan hasil yang optimal. Demikian juga penggunaan alsintan dapat mengefisienkan biaya tenaga kerja. Selain itu pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti bioprotektor dan perangkap hama sangat dibutuhkan terutama untuk daerah dengan risiko serangan hama tinggi.

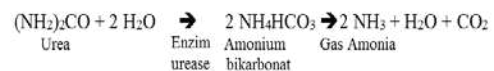
Pemupukan Berimbang dan Rekomendasi Pemupukan

Beberapa komponen penting dalam pemupukan berimbang mendukung teknologi jarwo super yaitu: 1) Pengelolaan hara yang tepat termasuk di dalamnya pemupukan berimbang dengan menerapkan 4T yaitu: tepat sumber, tepat jumlah, tepat posisi dan tepat waktu sehingga aplikasi pupuk sesuai dengan tahap perkembangan dan kebutuhan tanaman (IPNI 2012), 2) Memanfaatkan limbah pertanian terutama jerami padi sebagai sumber bahan organik, dan 3) Pemanfaatan berbagai mikroba unggul untuk mendekomposisi limbah organik, seed treatment, dan pemacu tumbuh tanaman.

Pupuk sebagai salah satu sarana produksi pertanian memiliki peranan penting dalam meningkatkan produktivitas dan mutu hasil pertanian. Beberapa permasalahan terkait pupuk diantaranya adalah: 1) rendahnya efisiensi pupuk, 2) dosis pupuk tidak sesuai kebutuhan tanaman dan status hara tanah, 3) belum optimal memanfaatkan jerami padi sebagai sumber bahan organik, unsur hara terutama kalium (K), silika (Si) dan hara lainnya.

Pupuk tunggal seperti urea, SP-36 dan KCl yang kadar haranya cukup tinggi umumnya mudah larut dalam air, sehingga cepat tersedia bagi tanaman. Namun karena mudah larut, maka unsur hara terutama N mudah hilang melalui pencucian, penguapan atau terbawa aliran permukaan (Brady *et al.* 2007). Menyalut

pupuk (*coating*) sebagai salah satu upaya untuk mengurangi risiko kehilangan unsur hara. Bahan *coating* yang digunakan umumnya adalah bahan mineral (Mukhopadhyay *et al.* 2009) dan bahan-bahan kimia yang mengandung logam dengan valensi tinggi seperti Al(SO₄)₃ H₂O dan atau Fe₂(SO₄)₃ dan bahan yang memiliki kemampuan pertukaran ion tinggi seperti pati (starch), kitosan dan lignin. Dengan cara ini ketika N dan P dilepaskan, keduanya terikat sementara pada Al(SO₄)₃ H₂O atau Fe₂(SO₄)₃ pati-kitosan dan lignin yang dapat secara nyata menurunkan jumlah N dan P yang hilang melalui *leaching* (Sojka and Entry 2008). Selain itu, saat pupuk urea terlarut dalam air, urea dikonversi menjadi amonium bikarbonat dalam beberapa hari dengan keberadaan enzim *urease* secara alami yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan tanaman. Ketika urea terhidrolisis oleh *urease*, amonium banyak tertahan oleh tanah. Selama proses tersebut maka pH akan naik dan gas amonia akan terbentuk. Kehilangan gas amonia tersebut dapat mencapai 50% sehingga sekarang muncul produk *urease inhibitor* yang berfungsi menghambat kerja enzim *urease*. Namun produk tersebut juga perlu yang non toksik, efektif dalam jumlah sedikit, stabil secara kimiawi dan bisa menyatu dengan bahan *coating* pupuk urea (IPNI 2016). Reaksi perubahan urea dalam tanah dapat dilihat pada reaksi berikut.



Pemberian pupuk mesti dilakukan secara berimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan status hara tanah. Kebutuhan tersebut juga mesti menyesuaikan dengan target hasil terkait penggunaan varietas dengan hasil tinggi (HYV). Kecukupan hara bagi tanaman dapat diduga melalui teknik uji tanah. Kegiatan uji tanah dimulai melalui penelitian uji tanah yang mulai dilakukan di Indonesia pada periode 1968-1971 (Leiwakabessy 1995), Puslittanak juga telah memulai sejak 1970-an, dilanjutkan proyek ARMP phase I (1990-1994) dan phase II (1995-2000) di Balitbangtan pada agroekosistem sawah dan lahan kering yang meliputi tujuh tahap kegiatan sebagai berikut: (1) survei karakterisasi tanah di wilayah penelitian; (2) studi penjajagan hara dari tipe tanah; (3) studi korelasi antara hara terekstrak dan pertumbuhan tanaman untuk memilih metode ekstraksi terbaik; (4) penelitian kalibrasi uji tanah; (5) pendugaan kurva respons pemupukan; (6) penelitian efisiensi pemupukan; dan (7) rekomendasi pemupukan (Puslittanak 1992a,b; Sofyan *et al.* 2000, Widjaja-Adhi 1985, Widjaja-Adhi 1993, Adiningsih *et al.* 1989, Balai

Penelitian Tanah 2003, Rochayati *et al.* 2002 1990, Setyorini *et al.* 1995, Soepartini *et al.* 1990).

Informasi yang dihasilkan dari uji tanah dilengkapi dengan peta status hara P dan K tanah yang disusun Balitbangtan sangat bermanfaat dalam membantu Ditjen Teknis dalam mengalokasikan pupuk subsidi sesuai dengan status hara tanah dan target hasil varietas unggul. Program uji tanah dan penyusunan peta status hara P dan K melibatkan BPTP melalui kegiatan Litkaji sehingga BPTP juga dapat memberikan rekomendasi pupuk untuk berbagai komoditas di daerahnya. Laboratorium kimia tanah Balai Penelitian Tanah menjadi rujukan Laboratorium Tanah seluruh Indonesia (Setyorini *et al.* 2003) sampai berkembang seperti saat ini. Setelah serangkaian database uji tanah diperoleh maka dikembangkan alat uji cepat untuk menentukan rekomendasi pupuk. Alat uji cepat yang dapat digunakan petani dan *stakeholder* adalah Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) yang dapat mengukur kandungan hara N, P dan K secara kualitatif mendapatkan kisaran status hara tanah sehingga rekomendasi pemupukannya dapat disusun (Balittanah 2015). Dalam perkembangannya, peta status hara selalu dilakukan *updating*, dan rekomendasi pupuk juga diperbaiki dengan mempertimbangkan varietas berpotensi hasil tinggi dan perubahan status hara tanah akibat pengelolaan lahan. Rekomendasi pupuk per kabupaten untuk seluruh wilayah Indonesia sudah dapat dilihat dalam website kalender tanam (Katam). Untuk itu maka rekomendasi pemupukan N, P, dan K pada padi sawah spesifik lokasi ini perlu ditetapkan kembali dan diatur dalam Permentan No. 40/2007. Berikut disajikan dalam Tabel 1, dosis rekomendasi pupuk untuk berbagai status hara tanah. Secara lebih spesifik rekomendasi pupuk untuk berbagai kombinasi status hara tanah dan ekosistem padi maka disajikan informasi pada Tabel 2.

Pupuk Organik

Pemupukan tanaman padi dengan hara N, P, dan K secara terus-menerus sudah tidak menunjukkan peningkatan produktivitas sejalan dengan peningkatan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan (Gambar 1). Eksploitasi lahan sawah menyebabkan pertanaman terus-menerus sehingga jerami tidak sempat dikembalikan ke tanah. Hal ini menyebabkan tanah banyak kehilangan bahan organik yang dalam jangka pendek dapat mensuplai unsur hara, asam organik dan berbagai enzim dan dalam jangka panjang dapat meningkatkan kualitas sifat fisik tanah terutama pembentukan agregat tanah (Rechciogl 1995, Brady and Weil 2002).

Selain itu kecenderungan petani menggunakan pupuk berlebihan menyebabkan ketidakseimbangan hara dalam tanah sehingga dapat bersifat toksik bagi tanaman dan lingkungan terutama perairan. Selain itu, karena resistensi hama dan penyakit tanaman terhadap pestisida meningkat sehingga variasi dan dosis pestisida juga meningkat. Dengan demikian, integrasi pupuk anorganik dengan organik dengan mengutamakan sumber bahan organik *insitu* menjadi sangat penting.

Menurut Permentan No 70/2011, pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Definisi berdasarkan Permentan No. 70/2011 tersebut terkait dengan regulasi pupuk organik untuk tujuan komersial. Secara sederhana definisi pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa tanaman dan hewan yang mengandung hara nitrogen dan lainnya (OECD 2001).

Tabel 1. Rekomendasi pupuk spesifik lokasi untuk padi sawah menggunakan PUTS dan Bagan Warna Daun

Table 1. Site specific fertilizer recommendation for rice by using paddy soil test kit (PUTS) and Leaf Color Chart

Jenis pupuk dan pengelolaan lahan	Takaran pupuk pada tanah berstatus		
	Rendah	Sedang	Tinggi
 kg ha ⁻¹ musim ⁻¹		
SP-36	100	75	50
KCl : - Jerami dikembalikan (5 t ha ⁻¹)	50	0	0
- Jerami tidak dikembalikan	100	50	50
	Target peningkatan hasil		
 t/ha ⁻¹		
Urea: - Konvensional	2,5	3,0	3,5
- Bagan warna daun (BWD)	275	325	375
- BWD+ pupuk kandang/kompos jerami 2 t ha ⁻¹	200	250	290
	175	225	265

Sumber: Moersidi *et al.* 1989, Soepartini *et al.* 1990, Sofyan A. *et al.* 1992, Balitbangtan 2006

Tabel 2. Rekomendasi pupuk spesifik lokasi pada berbagai kombinasi status hara tanah dan ekosistem padi sawah

Table 2. Site specific fertilizer recommendations for rice field ecosystems at varied soil nutrient status

Ekosistem sawah	Dosis pupuk	Dosis pupuk (kg ha ⁻¹) pada berbagai status hara P dan K di Iklim Basah (IB) dan Iklim Kering (IK)																		
		RR		RS		RT		SR		SS		ST		TR		TS		TT		
		IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	IB	IK	
Sawah irigasi	<i>Pupuk tunggal</i>																			
	Urea	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	
	ZA	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	
	SP-36		100		100		100		75		75		75		50		50		50	
	KCl		50		0		0		50		0		0		50		0		0	
	Kompos jerami		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000	
	<i>Pupuk majemuk</i>																			
	NPK 15-15-15	250	250	200	225	200	225	200	225	150	175	150	175	200	200	150	125	150	125	
	Urea	200	150	225	150	225	150	200	150	225	175	225	175	225	175	225	200	225	200	
	ZA	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	
	KCl		50		0		0		50		0		0		50		0		0	
	Kompos jerami		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000	
	Tadah hujan	<i>Pupuk tunggal</i>																		
		Urea	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230	280	230
ZA		0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	
SP-36			100		100		100		75		75		75		50		50		50	
KCl			50		0		0		50		0		0		50		0		0	
Kompos jerami			2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000	
<i>Pupuk majemuk</i>																				
NPK 15-15-15		250	250	225	225	225	225	225	225	175	175	175	175	200	200	125	125	125	125	
Urea		200	150	200	150	200	150	200	150	225	175	225	175	225	175	250	200	250	200	
ZA		0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	
Kompos jerami			2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000		2.000	

Sumber: Tim Pupuk Balittanah (2016)

Keterangan: R (Rendah), S (Sedang), T (Tinggi). Notasi RR, RS, dan seterusnya menunjukkan status hara P dan K berturut-turut. Contoh: RS (status hara P rendah dan K sedang). IB (Iklim Basah), IK (Iklim Kering)

Sumber pupuk organik untuk padi sawah adalah jerami. Bila diasumsikan perbandingan produksi gabah-jerami adalah 1:1, produksi 5 t ha⁻¹ akan menghasilkan jerami setara 5 t ha⁻¹. Berdasarkan data produksi BPS (2008-2014) maka setidaknya selama periode tahun 2008-2012 terdapat sekitar 60 hingga 77 juta ton (Nur 2014, Husnain 2010). Limbah yang sangat berlimpah untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik. Jerami mengandung unsur hara sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kandungan unsur hara dalam jerami padi di Jawa Barat

Table 3. Average nutrient content of rice straw in West Java

Unsur hara	Satuan	Konsentrasi
TC	g kg ⁻¹	346,91±11,67
TN	g kg ⁻¹	9,60±2,59
Si	g kg ⁻¹	79,11±6,31
K	g kg ⁻¹	23,06±3,35
P	g kg ⁻¹	0,82±0,27
Ca	g kg ⁻¹	2,12±0,51
Mg	g kg ⁻¹	1,23±0,45
Na	g kg ⁻¹	1,67±0,59
Fe	g kg ⁻¹	0,23±0,19
Mn	g kg ⁻¹	0,05±0,01
Zn	mg kg ⁻¹	0,73±0,32
Cu	mg kg ⁻¹	3,05±2,33

Sumber: Husnain (2010)

Kandungan unsur hara Si sangat tinggi yaitu 76,01-79,11 g kg⁻¹ dan K sebesar 16,53-23,06 g kg⁻¹. Sedangkan unsur hara lainnya terdapat dalam jumlah kecil (<5 g kg⁻¹) (Husnain 2010). Sumber bahan organik lain yaitu pupuk kandang juga mengandung berbagai unsur hara sebagaimana terdapat pada Tabel 4.

Peranan pupuk organik dalam meningkatkan mutu dan produktivitas tanaman padi sudah banyak dilap orkan (Soekristiyonubowo *et al.* 2010, Adiningsih 2012). Penelitian jangka panjang di China (1982-2010) oleh Huang *et al.* (2013) menyimpulkan bahwa dengan

kombinasi pupuk N, P, K dan pupuk kandang, produktivitas padi selama 28 tahun berada pada level tertinggi sementara sebaliknya dengan pupuk N, P, dan K saja terjadi trend penurunan hasil. Untuk aplikasi pupuk kandang, kandungan bahan organik (BO) tanah meningkat di 16 tahun pertama dan berfluktuasi sekitar 29,42-39,32 g kg⁻¹ sedangkan tanpa pupuk kandang, BO tanah meningkat hanya sekitar 8 tahun pertama kemudian berfluktuasi.

Pupuk Hayati

Mikroorganisme tanah termasuk bakteri, fungi dan aktinomisetes berperan penting dalam ekologi tanah. Beberapa keuntungan mikroba tanah yaitu memiliki fungsi dalam: 1) dekomposisi bahan organik, 2) menghancurkan komponen toksik, 3) transformasi inorganik, 4) fiksasi N, 5) *Rhizobacteria*, dan 6) proteksi tanaman (Brady and Weil 2002). Mikroba unggul yang memiliki fungsi diatas dapat diisolasi dari berbagai sumber dan lokasi untuk kemudian diformulasikan sebagai pupuk hayati. Namun sangat diperlukan kehati-hatian agar mikroba yang diintroduksi dapat menjadi dominan dalam tanah agar efektif. Saat ini banyak pupuk hayati didaftarkan di Kementerian Pertanian dan beredar di petani. Klaim terhadap pupuk hayati tersebut juga sangat beragam. Untuk menghindari kerugian petani akibat penggunaan pupuk hayati yang tidak sesuai dengan fungsi yang diklaim maka pendaftaran pupuk melalui uji mutu dan uji efektifitasnya bagi tanaman diatur dalam Permentan No. 70/2011.

Menurut Permentan No. 70/2011, definisi pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri atas mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah. Sejarah pupuk hayati dimulai dengan penggunaan *Rhizobium* sebagai inokulan pada kacang-kacangan. Pupuk hayati umumnya terdapat dalam bentuk tunggal sebagaimana banyak diproduksi negara maju (Australia, Kanada,

Tabel 4. Produksi kotoran sapi dan kandungan hara C, N, P, dan K selama satu tahun

Table 4. Production of cow manure and nutrient content of C, N, P, and K for one year

Sumber bahan organik	Kandungan hara			
	C	N	P	K
 kg ekor ⁻¹ tahun ⁻¹			
Kotoran sapi padat	4,0 - 4,6	22,89 - 24,70	4,90 - 5,80	0,045 - 0,051
Kotoran sapi cair	0,07 - 0,08	22,30 - 30,00	0,26	0,0067 - 0,0073

Sumber: Setyorini *et al.* (2006) dan Yokoyama *et al.* (2008) dalam Husnain dan Nursyamsi (2014)

Perancis, dan lain-lain), dan di Indonesia terkenal dengan *rhizobium* untuk kedelai yang sudah dikenal sejak tahun 1990 an. Menurut Simanungkalit (2006), pupuk hayati tunggal sudah banyak diketahui efektifitasnya dan dasar penelitian serta publikasinya dengan jumlah minimal kandungan bakteri 10^3 - 10^6 cfu g^{-1} untuk *rhizobium* dalam pembentukan nodulasi. Sedangkan pupuk hayati majemuk adalah fenomena baru yang menggabungkan beberapa jenis mikroba (lebih dari tiga jenis) namun belum diketahui berapa jumlah minimal populasi mikroba tersebut agar dapat menjalankan fungsinya dalam tanah. Baku mutu pupuk hayati tunggal sudah ada (SK Dirjen Tanaman Pangan No. SKI/HK.059.91.7A) sedangkan untuk pupuk hayati majemuk hingga saat ini belum detil berdasarkan kriteria dalam Permentan No. 70/2011. Secara teoritis, mikroba fungsional tidak mudah untuk digabungkan karena memiliki fungsi masing-masing dan cenderung dominan dalam menjalankan perannya (Simanungkalit *et al.* 2006).

Setelah subsidi pupuk dicabut dan harga pupuk menjadi sangat mahal bagi petani, mulai muncul banyak pupuk alternatif salah satunya adalah pupuk hayati majemuk. Dalam perkembangannya sangat banyak jenis pupuk hayati yang diperdagangkan. Persyaratan pupuk hayati untuk diperdagangkan telah

disusun dalam Permentan No.70/2011 sebagaimana di beberapa negara yang memiliki lahan pertanian luas. Dalam baku mutu kriteria pupuk hayati di beberapa negara termasuk Indonesia, hanya menetapkan kriteria untuk pupuk hayati tunggal sedangkan untuk pupuk majemuk pengujiannya hanya dari total jumlah sel hidup, dan fungsi masing-masing mikroba di dalamnya hanya dihitung secara kualitatif (positif atau negatif). Banyak pupuk hayati yang tidak mencantumkan tanggal kadaluarsa pupuk, sehingga ada kemungkinan pupuk hayati yang dijual tidak efektif lagi.

Namun demikian beberapa pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang baik dalam meningkatkan hasil dan efisiensi pemupukan terutama pupuk N. Dalam Tabel 5 dapat dilihat beberapa hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh nyata pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan tanaman pangan. Hasil pengujian pupuk hayati penambat N menunjukkan kemampuan memfiksasi N hingga sebesar 28% (Malik *et al.* 1997). Aplikasi mikroba multiguna untuk kedelai menunjukkan peningkatan hasil hingga 300 kg ha^{-1} dan mampu meningkatkan efisiensi pemupukan N (Simanungkalit *et al.* 2006). Demikian juga dengan penelitian skala rumah kaca untuk mikroba pelarut fosfat mampu menunjukkan indikasi peningkatan hasil kacang tanah.

Tabel 5. Beberapa hasil peningkatan produksi tanaman dan efisiensi penggunaan pupuk NPK dengan aplikasi pupuk hayati

Table 5. Some of the result in increasing crop production and fertilizer use efficiency with the application of biofertilizer

Jenis pupuk hayati	Perlakuan	Hasil/produksi	Kenaikan produksi	Referensi	
<i>Mikroba penambat N</i>		Jerami+padi (kg ha^{-1})	(kg ha^{-1})	Malik <i>et al.</i> (1997)	
	30 $\text{kg }^{15}\text{N/ha}$ tanpa inokulasi	15.541			
	30 $\text{kg }^{15}\text{N/ha}$ diinokulasi	16.202	661		
<i>Mikroba pupuk multiguna (PMMG)</i>		Kedelai (kg ha^{-1})		Simanungkalit <i>et al.</i> (2006)	
	- Lahan sawah, Pati	25N-100P-100K tanpa PMMG	1.096		
		0N-50P-100K dengan PMMG	1.060		316
	- Lahan kering masam, Lampung	25N-100P-100K tanpa PMMG	837		
	0N-50P-100K dengan PMMG	1.060	223		
<i>Mikroba pelarut fosfat</i>		Bobot biji kering kacang tanah (g tanaman^{-1})	(g tanaman^{-1})	Santosa <i>et al.</i> (1997)	
		90 ppm P_2O_5 (P Alam) tanpa inokulasi	9,40		
		90 ppm P_2O_5 (P Alam) dengan inokulasi	10,63	1,23	
<i>Pupuk majemuk Agrimeth</i>		Produksi padi (t ha^{-1})	(t ha^{-1})	Jamil (2016)	
		100% NPK	4,42		
		50% NPK+Pupuk hayati	5,86		1,44
		Produksi kedelai (t ha^{-1})			
		100% NPK	1,23		
		50% NPK+Pupuk hayati	1,73	0,50	
		Produksi cabai (tha^{-1})			
		100% NPK	0,31		
		50% NPK+Pupuk Hhayati	0,57	0,26	

Dekomposer

Dekomposer atau perombak bahan organik secara umum didefinisikan sebagai organisme pengurai nitrogen dan karbon dari bahan organik berupa bakteri, fungi, dan aktinomisetes (Saraswati *et al.* 2006). Secara alami proses perombakan bahan organik juga dapat terjadi namun berlangsung lama, misal 2-3 bulan. Namun demikian apabila diberikan dekomposer proses perombakan tersebut akan berjalan lebih cepat. Dengan demikian, dekomposer perlu diaplikasikan pada lahan pertanian, peternakan dan industri yang memiliki limbah organik.

Hasil penelitian penggunaan dekomposer seperti Biodek (M-dec) dapat mempercepat dekomposisi jerami dalam 2 minggu (Saraswati *et al.* 2006). Brady dan Weil (2002) merangkum keuntungan mengomposkan bahan organik sebagai berikut: 1) aman disimpan, mengurangi bau menyengat, 2) handling menjadi mudah, setelah proses pengomposan bahan organik volumenya berkurang 30-50%, 3) menghindari kompetisi nitrogen dalam tanah, untuk residu bahan organik dengan C/N tinggi proses penurunan N terjadi dalam bahan organik sehingga tidak mempengaruhi tanaman, 4) stabilisasi N, proses dekomposisi kompos dalam tanah berjalan sangat lambat tidak seperti bahan organik segar, 5) sterilisasi parsial, dimana dalam beberapa hari pengomposan suhu menjadi naik (40-50°C) dan sudah mampu membunuh benih gulma dan mikroorganisme patogen, 6) detoksifikasi, umumnya komponen kimia beracun dapat dihancurkan selama proses pengomposan, 7) menekan penyakit tular tanah, beberapa kompos dapat menekan penyakit tular tanah dengan antagonis mikroba. Fungsi kompos secara langsung bagi tanah dan pertumbuhan tanaman telah banyak diulas dalam bagian pupuk organik.

PENUTUP

Integrasi berbagai teknologi menjadi suatu paket unggulan umumnya memiliki tingkat keberhasilan cukup tinggi dalam implementasinya. Teknologi Jarwo Super yang merupakan gabungan beberapa komponen teknologi unggul terdiri dari teknologi budidaya jajar legowo, pemanfaatan alat mesin pertanian, benih unggul, pemupukan dengan dosis optimal, pemanfaatan dekomposer dalam pengelolaan limbah jerami, pemanfaatan pupuk hayati dalam seed treatment dan biopestisida untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman. Namun demikian, pendampingan program

tersebut perlu dilakukan dari hulu ke hilir dengan melibatkan BPTP, Gapoktan serta *stakeholder* terkait. Selain itu sosialisasi melalui media cetak dan sosial juga perlu digalakkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih J. S. 1992. Peranan efisiensi penggunaan pupuk untuk melestarikan swasembada pangan. Bahan orasi pengukuhan ahli peneliti utama. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 Hal.
- Balitbangtan. 2016. Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K pada Padi Sawah Spesifik Lokasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Bappenas. 2009. Revitalisasi Pertanian, Perikanan dan Kehutanan. http://bappenas.go.id/files/1213/5229/9964/bab-19__20091007161707__20.pdf
- BPS 2008. Statistical Yearbook of Indonesia. Pusat Biro Statistik Indonesia.
- BPS 2013. Proyeksi Penduduk Indonesia, Indonesian Population Project 2010 – 2035. Badan Pusat Statistik. 468 halaman.
- BPS 2014. Proyeksi penduduk menurut provinsi 2010-2013. Badan Pusat Statistik. Tersedia online at <https://www.bps.go.id>.
- BPS 2015a. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai (Angka Ramalan I Tahun 2015). Berita Resmi BPS No. 62/07/Th. XVIII, 1 Juli 2015.
- BPS 2015b. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Tanaman Pangan Menurut Provinsi (Dinamis). Badan Pusat Statistik.
- Brady, N.C., and R.R. Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils. Thirteenth edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Huang, J., J.S. Gao, Y.Z. Zhang, D.Z. Qin, dan M.G. Xu. 2013. Change characteristics of rice yield and soil organic matter and nitrogen contents under various long-term fertilization regimes. Ed. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. Pub Med US National Institute of Health, July 24(7):1889-94. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24175518>.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2014. 4R Plant Nutrition: A Manual for Improving the Management of Plant nutrition. IPNI 2012. <http://www.ipni.net/ipniweb/>. Diakses pada January 2014.
- IPNI. 2016. Urease Inhibitors. Nutrient Source Specific. Tersedia untuk diunduh pada www.ipni.net/specific
- Jamil A. 2016. Konsep & Implementasi Jarwo Super: Teknologi, Tantangan dan Kendala. Makalah disampaikan pada Raker BBSDLP, di Hotel Merdeka Pati, Jawa Tengah, 25-28 April 2016.
- Koch, A., A. McBratney, M. Adams, D. Field, R. Hill. et al. 2013. Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. Global Policy. University of Durham and John Wiley & Sons, Ltd. doi: 0.1111/1758-5899.12096.

- Leiwakabessy, F. M. 1995. Persiapan Contoh, Pembuatan Ekstrak dan Penetapan Kandungan Hara dalam Contoh. Bahan Pelatihan Pembinaan Uji Tanah dan Analisis Tanaman. Bogor. 23 Januari-4 Februari 1995 (tidak dipublikasikan).
- Malik, K. A., R. Bilal, S. Mehnaz, G. Rasul, M.S. Mirza and S. Ali. 1997. Association of nitrogen-fixing, plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) with kallar grass and rice. *Plant and Soil* 194: 37-44.
- Mukhopadhyay, SS, Parshad VR, Gill IS. 2009. Nanoscience and nano-technology: Cracking prodigal farming. *Nature Precedings*.
- Nur S.M. 2014. Karakteristik Limbah Padi sebagai Bahan Baku Energi. Tersedia untuk diunduh dalam <https://www.academia.edu/6028123>.
- OECD. 2001. Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F, No. 67, United Nations, New York, 1997.
- Perhimpunan Ekonomi Pertanian (PERHEPI) dalam peringatan 25 tahun Perhepi menerbitkan buku Perkembangan Ekonomi Pertanian Nasional 1969-1994 yang mengulas Pembangunan Pertanian dan membagi periode pembangunan pertanian dalam Pra-Bimas, Bimas dan Sistem Agribisnis.
- Rechcigl, J. E. 1995. Soil Amendments and Environmental Quality. CRC Press LLC. 528 Pages.
- Santosa E, T. Prihatini, S. Widati, dan Sukristiyonubowo. 1997. Pengaruh bakteri pelarut fosfat dan fosfat alam terhadap beberapa sifat tanah dan respon tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*, L.). Dalam Prosiding Seminar Nasional Pupuk, HITI-Universitas Lampung.
- Setyorini, D., J. S. Adiningsih, dan S. Rochayati. 2003. Uji Tanah Sebagai Dasar Penyusunan Rekomendasi Pemupukan. Seri Monograf No. 2 Sumberdaya Tanah. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Simanungkalit R.D.M., R. Saraswati, R.D. Hastuti, dan E. Husen. Bakteri Penambat Nitrogen. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati, Ed. Simanungkalit et al. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 313 Hal.
- Sojka, R.E and Entry, J.A. 2007. Matrix-based fertilizer: A new fertilizer formulation concept to reduce nutrient leaching. In: Currie, L.D., Yates, L.J., editors. Proceedings of the Fertilizer & Lime Research Centre Workshop. Designing Sustainable Farms: Critical Aspects of Soil and Water Management, February 8-9, 2007, Palmerston North, New Zealand. Pp. 67-85.
- Sukristiyonubowo, Suwandi, dan H. Rahmat. 2010. Pengaruh pemupukan NPK, kapur, dan kompos jerami terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan hasil padi varietas Ciliwung yang ditanam pada sawah bukaan baru. Prosiding Seminar Nasional Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Tim Pupuk Balittanah. 2016. Rekomendasi pupuk untuk komoditas padi. Laporan Kegiatan Penelitian. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian (tidak dipublikasikan).