

**PENGGUNAAN PUPUK HAYATI, ORGANIK DAN ANORGANIK
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PUPUK DAN PRODUKTIVITAS
PADI PADA TIGA SISTEM BUDI DAYA PADI SAWAH**

***UTILIZATION OF BIO, ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZER FOR
INCREASING FERTILIZER EFFICIENCY
AND PRODUCTIVITY OF RICE ON THREE CULTIVATION
SYSTEMS OF LOWLAND RICE***

Surono, Edi Santosa dan Erny Yuniarti

Kelti Biologi dan Kesehatan Tanah, Balai Penelitian Tanah
Jln. Ir. H. Juanda No. 98 Bogor 16123
Pos-el: suronosurono@yahoo.com

ABSTRACT

Some rice cultivation systems with integrated nutrient and environmental friendly management have been developed i.e. System of Rice Intensification (SRI) and Integrated Plant Management (IPM). Utilization of bio, organic, and inorganic fertilizer which give more advantages for productivity of lowland need be assessed on various agricultural lands with various rice cultivation systems. Utilization of bio-fertilizer accompanied by addition of compost 2.5 t/ha and inorganic fertilizer ½ (NPK)-recommendation are better to rice growth and yield than addition of compost 5 ton/ha on PTT system and fertilization with NPK-recommendation on farmer customs system. Effect of utilization of bio-fertilizer accompanied by addition of compost 2.5 t/ha and inorganic fertilizer ½ (NPK)-recommendation on farmer customs system, is better in the biological soil characteristics compared to the utilization of compost 5 t/ha or NPK fertilizer recommendation.

Keywords: *Cropping systems, Biofertilizers, Organic fertilizer, Inorganic fertilizers, Rice products*

ABSTRAK

Beberapa sistem budi daya tanaman padi dengan sistem pengelolaan hara terpadu ramah lingkungan telah dikembangkan antara lain *System of Rice Intensification* (SRI) dan *Pengelolaan Tanaman Terpadu* (PTT). Penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik yang lebih menguntungkan bagi produktivitas lahan sawah perlu dikaji pada berbagai lahan pertanian dengan berbagai sistem budi daya tanaman padi. Penggunaan pupuk hayati disertai dengan pemberian kompos 2,5 t/ha dan pupuk ½ (NPK)-rekomendasi lebih baik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman padi dibanding dengan pemberian kompos 5 t/ha pada sistem PTT maupun pemupukan NPK-rekomendasi pada sistem Kebiasaan Petani (KP). Penggunaan pupuk hayati disertai dengan pemberian kompos 2,5 t/ha dan pupuk ½ (NPK)-rekomendasi pada sistem KP lebih baik pengaruhnya terhadap sifat biologis tanah dibanding dengan penggunaan kompos 5 t/ha atau pupuk NPK rekomendasi.

Kata kunci: Sistem budi daya tanaman, Pupuk hayati, Pupuk organik, Pupuk inorganik, Produksi beras

PENDAHULUAN

Di dalam usaha memenuhi kebutuhan pangan, pengelolaan tanah seyogianya mengarah pada

perbaikan struktur fisik, komposisi kimia, dan aktivitas hayati tanah yang optimum.¹ Kondisi ini memungkinkan interaksi antara abiotik dan biotik tanah memberikan keseimbangan yang

optimal bagi keberlanjutan produktivitas lahan tanpa mengakibatkan penurunan kualitas dan kerusakan lingkungan. Pada pengelolaan tanah tersebut akan membentuk agroekosistem yang dapat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman, khususnya pada tanah sawah yang sedang mengalami pelandaian produktivitas (*levelling off*).

Di Indonesia, penerapan penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik secara bersama-sama yang disertai dengan sistem budi daya tanaman yang tepat belum banyak diteliti sehingga informasi penggunaan *input* hayati, organik, dan anorganik secara terintegrasi yang dapat mengoptimalkan hasil masih sangat terbatas. Penggunaan pupuk organik dan anorganik yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah disertai pemanfaatan berbagai mikroba yang mempunyai kemampuan tinggi dalam penambatan N₂, pelarutan/penyediaan P dan K, penghasil zat tumbuh tanaman yang alami, perombak bahan organik, dan pelindung tanaman terhadap cekaman biotik/abiotik memberikan harapan yang besar bagi perbaikan produktivitas tanah-tanah pertanian.

Beberapa sistem budi daya tanaman padi dengan sistem pengelolaan hara terpadu ramah lingkungan telah dikembangkan. Sistem Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dan *System of Rice Intensification* (SRI), merupakan cara-cara peningkatan hasil padi melalui pendekatan budi daya padi yang menekankan pada pengelolaan tanaman, tanah, air, dan organisme secara terpadu. Namun, pada kenyataannya selain kedua metode tersebut sebagian besar masyarakat tani di Indo-

nesia masih mempraktikkan budi daya tanaman padi dengan metode yang biasa dilakukan petani antara lain menggunakan pupuk anorganik dan pestisida sintesis secara intensif. Oleh karena itu, cara-cara mengintegrasikan penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik yang paling menguntungkan bagi produktivitas lahan sawah perlu dikaji pada berbagai lahan pertanian dengan berbagai sistem budi daya tanaman padi. Dengan mengetahui kelemahan dan kelebihan cara-cara mengintegrasikan penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik dari masing-masing sistem budi daya padi dapat diambil pilihan yang paling tepat bagi pengelolaan lahan sawah.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari penggunaan pupuk organik, hayati, dan anorganik pada tiga sistem budi daya padi sawah untuk meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas padi.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat bahan kimia untuk analisis kimia dan biologi tanah yang sebagian besar diproduksi Merck. Peralatan yang digunakan, antara lain cawan Petri, tabung reaksi, autoklaf, *shaker*, gelas ukur, pipet *micrometer*, vortex, dan spektrofotometer (Hitachi, Japan).

Sebagai bahan penelitian di lapangan, digunakan empat jenis pupuk, yaitu 1) mikroorganisme lokal (MOL), yaitu pupuk hayati yang dikembangkan petani, 2) pupuk hayati yang dikembangkan di Balai Penelitian Tanah, 3) pupuk anorganik (urea, SP-36 dan KCl), dan 4) kompos

Tabel 1. Perlakuan pada Percobaan Integrasi Pupuk Hayati, Organik, dan Anorganik untuk Meningkatkan Efisiensi Pupuk dan Produktivitas Padi pada Tiga Sistem Budi daya Padi Sawah.

No.	Perlakuan	Pupuk hayati	Kompos (t/ha)	Dosis pupuk anorganik (kg/ha)		
				Urea	SP-36	KCl
1	System of Rice Intensification I (SRI I)	5 l/ha MOL	5	-	-	-
2	System of Rice Intensification II (SRI II)	5 l/ha MOL	2,5	125	75	25
3	Pengelolaan Tanaman Terpadu I (PTT I)	250 g/ha pupuk hayati	5	-	-	-
4	Pengelolaan Tanaman Terpadu II (PTT II)	250 g/ha pupuk hayati	2,5	125	75	25
5	Kebiasaan Petani (KP I)	-	-	250	150	50
6	Kebiasaan Petani (KP II)	250 g/ha pupuk hayati	2,5	125	75	25

Keterangan: MOL = mikroorganisme lokal

jerami padi. Varietas padi yang digunakan adalah Sintanur.

Percobaan memakai rancangan acak kelompok dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan percobaan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Percobaan dilakukan di lahan sawah petani di Desa Cemplang, Kec. Cibungbulang, Kab. Bogor dengan letak geografis: Lintang Selatan : 06°35'2"; Bujur Timur: 106°38'53". Dosis rekomendasi pemupukan di lahan tersebut berdasarkan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS): 250 kg urea, 150 kg SP-18, dan 50 kg KCl/ha, serta pH tanah termasuk agak masam (pH: 5–6).

Ukuran petak percobaan 4 x 5 m², masing-masing perlakuan mempunyai satu saluran pemasukan dan saluran pengeluaran khusus sehingga air yang keluar dari petakan-petakan setiap perlakuan tidak masuk lagi ke petakan-petakan dari perlakuan lain. Cara penyemaian benih padi, pengaturan jarak tanaman, pemupukan, pengairan/pengaturan genangan air dalam petak percobaan, dan penanggulangan hama/penyakit disesuaikan dengan teknik budi daya dari masing-masing perlakuan sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.

Kegiatan ini dilakukan di lahan petani. Sumber bahan kompos yang digunakan adalah jerami sisa panen yang ada di sawah petani. Teknik pengomposan yang dilakukan adalah dengan cara menumpuk jerami tanpa dicacah. Bahan ditumpuk lapis demi lapis, tinggi setiap lapisan 20–25 cm. Di atas setiap lapisan disiram dengan decomposer *Trichoderma* sp. dengan dosis 1 kg/ton, kemudian dilakukan penyiraman air sampai kelembapan mencapai 50–65%. Penumpukan bahan yang dikomposkan secara berlapis dilaksanakan sampai tinggi tumpukan mencapai 1,25 m. Tumpukan ditutup dengan plastik atau terpal untuk menjaga kelembapan selama proses pengomposan berlangsung. Pembalikan tumpukan bahan kompos dilakukan seminggu sekali, kegiatan ini diperlukan untuk mempertahankan kecepatan pengomposan terutama jika suhu kompos $\leq 45^\circ\text{C}$. Panen kompos dilakukan jika proses pengomposan telah selesai, yaitu jika suhu tumpukan kompos (pada kelembapan 50–65%) selama 3 hari berturut-turut $\leq 35^\circ\text{C}$, tinggi tumpukan tinggal 35–60%. Kadar

air kompos yang digunakan berkisar 20% dengan C/N rasio berkisar 15–20.

MOL yang digunakan adalah yang berasal dari bambu muda (rebung). Pembuatan MOL dilakukan dengan mencampur 1 kg rebung yang ditumbuk halus, 500 g gula merah, 2 l air kelapa, dan 10 l air, kemudian difermentasi selama 7–14 hari. Dosis MOL yang digunakan per hektarnya adalah 5 l yang dicampur dengan 150 l air yang disemprotkan setiap 10 hari sekali sampai tanaman berumur 40 hari setelah tanam.

Pupuk hayati yang digunakan mengandung mikroba *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* spp., dan *Streptomyces* sp. yang berfungsi sebagai penyedia/pemfasilitasi hara, penghasil hormon tumbuh, dan pengendali penyakit. Bahan pembawa pupuk hayati tersebut adalah gambut. Kapur ditambahkan ke dalam serbuk gambut sampai pH berkisar 6–7. Pembuatan pupuk hayati dilakukan dengan menumbuhkan masing-masing mikroba tersebut di atas ke dalam media PDB yang diinkubasi selama 48 jam. Kemudian, larutan mikroba dicampur dan diinjeksikan ke dalam gambut serbuk dengan dosis 10–15%. Gambut yang telah diinjeksi mikroba diinkubasi selama 7–14 hari sebelum digunakan di lapangan. Dosis yang digunakan adalah 250 g/ha. Penggunaannya adalah dengan mencampur 50 g pupuk hayati serbuk tersebut dengan 10 l air, kemudian akar bibit tanaman padi dicelupkan ke dalam larutan tersebut selama 10–15 menit, selanjutnya ditanam ke lahan. Populasi mikroba dalam bahan serbuk gambut tersebut adalah *Azospirillum* sp. $2,1\text{--}4,2 \times 10^7$ cfu/g, *Pseudomonas* sp. $1,8\text{--}2,6 \times 10^8$ cfu/g, *Bacillus* sp. $1,6\text{--}2,3 \times 10^8$ cfu/g, dan *Streptomyces* sp. $2,1\text{--}5,7 \times 10^5$ cfu/g.

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan saat tanaman berumur empat minggu setelah tanam (MST), enam MST saat fase primordia, dan saat panen. Peubah lain yang diamati adalah jumlah anakan tanaman/rumpun, bobot gabah panen, bobot brangkasan panen, bobot gabah kering bersih, populasi nematoda, dan populasi cacing tanah. Pemanenan padi dilakukan jika 95% butir-butir padi dan daun bendera sudah menguning, tangkai menunduk karena menanggung butir-butir padi yang bertambah berat, dan butir padi bila ditekan terasa keras dan berisi.²

Tabel 2. Pendekatan Budi Daya Tanam Padi Sistem Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), *System of Rice Intensification* (SRI) dan Kebiasaan Petani (KP).

Komponen/ Kegiatan	PTT	SRI	KP
Benih	Bermutu/bernas: daya kecambah \geq 90%, tenggelam dalam larutan garam 3%.	Bermutu/bernas, tenggelam dalam larutan garam 3%, 5–8 kg/ha.	Bermutu (20–40% tersertifikasi), 30–50 kg/ha.
Penyemaian	Di lahan pesemaian, air macak-macak, tabur sekam 2 kg/m ² dan urea 25 g/m ² di permukaan lahan penyemaian.	Di nampan atau sejenisnya (baki, besek) yang diberi media pesemaian (tanah : kompos = 1 : 1)	Di lahan pesemaian, digenangi air.
Pengolahan tanah	Saat tanah jenuh air, menggunakan bajak/traktor hingga kedalaman \geq 20 cm, digemburkan dengan garu.	Tanah dibajak dan digemburkan dengan garu sampai melumpur yang sempurna.	Tanah dibajak 1–2 x, digaru, dan digenangi.
Penanaman	Bibit umur 10–21 hari, 1–3 bibit/lubang tergantung varietas padi, penanaman tak terlalu dalam 3–4 cm, air macak-macak. Penanaman dengan sistem tegel atau legowo dengan jarak tanam tergantung kesuburan tanah dan varietas padi.	Bibit umur 5–12 hari, 1 bibit/lubang, pindah tanam \leq 30 menit, penanaman dengan akar horizontal (bentuk L) sedalam 1–1,5 cm, tanah jenuh air tetapi tak ada genangan air. Penanaman dengan sistem tegel berjarak tanam lebar \geq 30 x 30 cm ² atau sistem legowo.	Bibit umur 21–30 hari, 3–5 bibit/lubang. Penanaman dengan sistem tegel dengan jarak tanam 20 x 20 cm atau sistem legowo
Pemupukan	Jenis: pupuk urea, SP-36, dan KCl. Takaran pupuk sesuai rekomendasi pemupukan spesifik lokasi. Urea diberikan 3 x (1/3 takaran pada 5–15 HST, sisanya secara bertahap berdasarkan BWD), KCl diberikan 1–2 x tergantung takarannya. Atau dikombinasikan dengan penggunaan kompos.	Jenis: mengutamakan penggunaan MOL dan kompos, sedangkan yang semi organik masih menggunakan pupuk urea, SP-36, dan KCl. Takaran pupuk sesuai rekomendasi pemupukan setempat, pemupukan urea dilakukan 2x.	Sesuai dengan rekomendasi setempat atau lebih
Pengairan	Terputus-putus (intermittent), air waktu tanam–7 HST macak-macak, 8–10 HST digenangi setinggi 2–5 cm, biarkan mengering dan setelah tanah retak (2 hari), diairi 5–10 cm. Biarkan mengering kembali dan pengairan berulang seperti di atas hingga fase berbunga-hingga 10 hari sebelum panen tinggi genangan dipertahankan 5 cm, kemudian dibiarkan kering.	Terputus-putus (intermittent), dengan ketinggian air di petakan sawah 0,5–2 cm, pada periode tertentu petakan dikeringkan sampai retak/pecah.	Digenangi secara terus-menerus setinggi 5–10 cm.
Pemeliharaan tanaman	Pengendalian gulma pada pratumbuh dapat menggunakan herbisida (Oxadiazil), 2x gasrok/landak pada umur 10–15 dan diulang setelah 10–15 hari, gulma yang dekat tanaman dicabut dengan tangan. Pengendalian hama/penyakit dengan pengendalian hama terpadu (PHT) meliputi penggunaan varietas tahan hama/penyakit, pergiliran tanaman, pemanfaatan musuh alami, dan pestisida secara bijak.	Penyiangan menggunakan landak atau rotary weeder, penyiangan I saat tanaman berumur \pm 10 hari dan diulang 2–3 x dengan interval 10 hari. Pengendalian hama/penyakit mengikuti konsep pengendalian hama terpadu (PHT)	Pengendalian gulma 2–3 x gasrok/landak, gulma dekat tanaman dicabut dengan tangan. Pengendalian hama/penyakit memakai pestisida

Contoh tanah untuk analisis biologi tanah diambil juga pada waktu panen untuk pengamatan aktivitas hayati tanah yang meliputi kadar enzim dehidrogenase. Aktivitas enzim dehidrogenase diukur menggunakan metode kolorimetri yang dikembangkan oleh Tabatabai³ dengan mengukur

perubahan *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TTC) menjadi *Iodonitrotetrazolium Formazan* (INTF).

Data percobaan diolah menurut Gomez and Gomez⁴ dengan menggunakan program statistik IRRI-STAT. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan ditetapkan dengan uji F dan untuk men-

getahui perbedaan antarperlakuan diuji dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

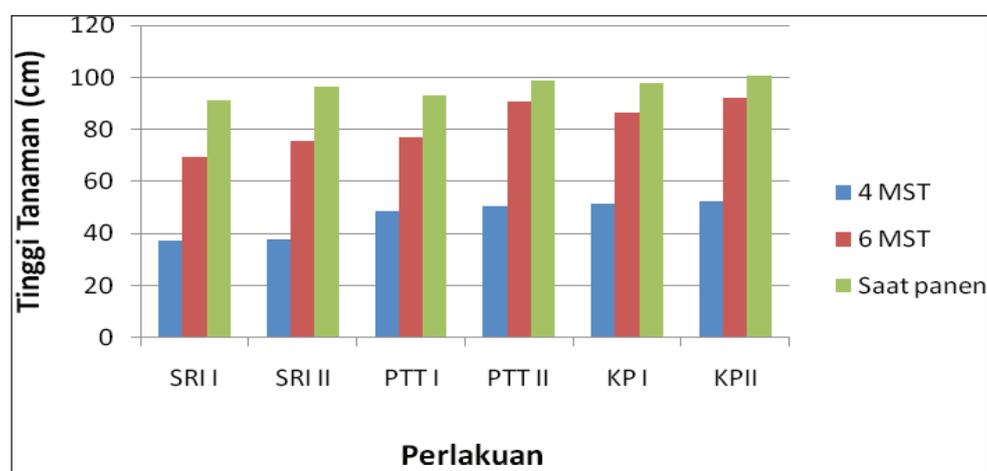
Pertumbuhan tanaman padi

Penilaian pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman padi didasarkan atas pengamatan tinggi dan jumlah anakan pada umur 4 dan 6 MST dan saat panen serta bobot biomassa jerami dan gabah bersih. Pengaruh perlakuan pada tiga sistem budi daya terhadap tinggi tanaman padi varietas Sintanur tersebut disajikan pada Gambar 1. Pada umur 4 minggu setelah tanam (MST) perlakuan *System of Rice Intensification* (SRI) I dan SRI II memberikan tinggi paling kecil dibanding dengan kedua sistem lainnya. Adapun Sistem Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) tidak berbeda dengan Sistem Kebiasaan Petani (KP) walaupun sistem ini cenderung lebih tinggi. Demikian pula penggunaan pupuk dosis rekomendasi tidak memberikan perbedaan yang nyata dibanding dengan penggunaan 2,5 t kompos/ha + ½ (NPK)- rekomendasi + pupuk hayati pada KP maupun PTT. Keadaan ini hampir sama saat tanaman berumur 6 MST.

Pada saat panen, perlakuan Sistem KP II memberikan tinggi tanaman rata-rata 100,9 cm, paling tinggi di antara perlakuan, tetapi tidak berbeda nyata, baik dengan sistem KP I maupun sistem PTT II. SRI I dan PTT I paling rendah

dengan tinggi tanaman masing-masing 91,3 cm dan 92,9 cm. Tinggi tanaman pada SRI II nyata lebih tinggi dibanding SRI I. Semua perlakuan yang menggunakan pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dan pupuk hayati lebih baik dibanding perlakuan yang hanya menggunakan pupuk hayati atau pupuk anorganik pada semua perlakuan. Pupuk organik, khususnya kompos, merupakan sumber hara makro dan mikro yang lengkap meskipun dalam jumlah yang rendah sehingga untuk memperoleh hasil yang memadai diperlukan dosis kompos yang tinggi.⁵ Penambahan substrat karbon ke dalam tanah, seperti penggunaan kompos akan memacu perkembangbiakan, aktivitas, dan populasi mikroba tanah. Oleh karenanya, penambahan bahan organik untuk pemeliharaan dan peningkatan C-organik tanah perlu dilakukan secara berkala.

Pengaruh perlakuan pada tiga sistem budi daya padi sawah terhadap jumlah anakan tanaman padi varietas Sintanur umur 4 dan 6 MST, dan jumlah anakan produktif disajikan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada 4 MST perlakuan *System of Rice Intensification* (SRI) I dan SRI II memberikan jumlah anakan paling kecil dibanding dengan kedua sistem lainnya. Adapun sistem PTT I dan PTT II nyata lebih tinggi dibanding dengan SRI, tetapi lebih rendah dibanding sistem KP. Pada 6 MST perlakuan SRI I, SRI II, dan KP II memberikan jumlah anakan 18,8–20,9 batang/rumpun, lebih banyak dibanding jumlah anakan pada sistem



Gambar 1. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap tinggi tanaman padi var. Sintanur umur 4 dn 6 MST, dan saat panen.

PTT I, PTT II, dan KPI. Jumlah anakan produktif pada SRI 13,5–15,3 batang/rumpun, nyata lebih tinggi dibanding jumlah anakan pada sistem PTT dan KP.

Kompos dan mikroba yang diberikan mampu mendorong perkembangan anakan tanaman padi. Penelitian yang dilakukan Farida⁶ menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati majemuk pada dosis F1 mampu meningkatkan jumlah anakan tanaman padi sebanyak 15,69 batang.

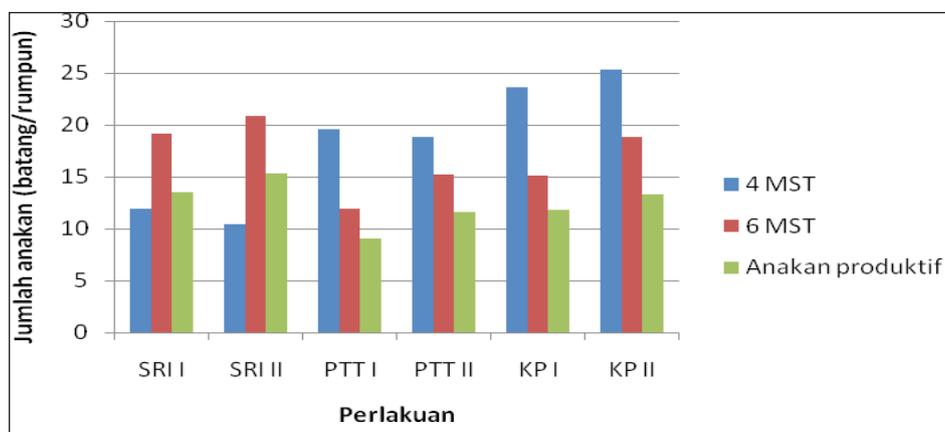
Pengaruh perlakuan pada tiga sistem budi daya terhadap bobot biomassa jerami padi disajikan pada Gambar 3. Bobot jerami kering pada sistem KP dan PTT yang memakai mikroba (pupuk hayati) + kompos 2,5 t/ha + ½ (NPK)-rekomendasi sebesar 7,07–7,10 t/ha, nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lain kecuali pada sistem KP I.

Dari kenyataan tersebut terlihat bahwa penggunaan mikroba baik mikroorganisme lokal (MOL) maupun introduksi berupa pupuk hayati yang mengandung *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Streptomyces* sp. disertai dengan penambahan kompos 2,5 t/ha + NPK-rekomendasi pada SRI, PTT, dan KP tidak berbeda dengan penggunaan pupuk kimia dosis rekomendasi pada ketiga sistem tersebut terhadap tinggi dan jumlah anakan padi bahkan pada PTT nyata meningkatkan bobot jerami kering. Berbagai bakteri tanah yang dikenal dengan rhizobakteri, hidup bebas di sekitar perakaran, merupakan bakteri pemacu tumbuh tanaman yang populer disebut *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR).

PGPR mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman karena berperan dalam meningkatkan ketersediaan hara atau memproduksi fitohormon pemacu tumbuh serta meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman.^{7,8}

Dari uraian sebelumnya dapat dinyatakan bahwa dengan SRI, pertumbuhan tanaman padi pada awalnya (sampai umur 4 MST) terhambat, tanaman padi bersaing dengan gulma dalam pengambilan hara tanah. Akan tetapi, setelah tanaman berumur 6 MST pertumbuhannya meningkat dan mampu menyamai pertumbuhan tanaman pada sistem PTT dan KP. Walaupun demikian, bobot jerami kering pada SRI masih nyata lebih rendah dibanding sistem KP. Hal ini disebabkan pada sistem KP populasi (jumlah rumpun) tanaman padi mencapai 250.000 rumpun/ha lebih tinggi dibanding SRI dengan populasi 111.000 rumpun/ha. Penggunaan mikroba MOL maupun pupuk hayati disertai dengan penambahan kompos 2,5 t/ha + NPK-rekomendasi pada sistem KP berpengaruh sama bahkan cenderung lebih tinggi dibanding dengan penggunaan pupuk kimia terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, dan anakan produktif) padi yang berarti dapat mengurangi penggunaan pupuk urea 125 kg/ha, SP-18 75 kg/ha, dan KCl 25 kg/ha.

Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini selain sebagai penyedia hara seperti penambat N₂, pelarut P dan K, spesies mikroba yang digunakan mampu menghasilkan zat pemacu tumbuh tanaman seperti auksin atau giberelin. Beberapa pengaruh auksin dalam



Gambar 2. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap jumlah anakan tanaman padi var. Sintanur umur 4 dan 6 MST, dan anakan produktif.

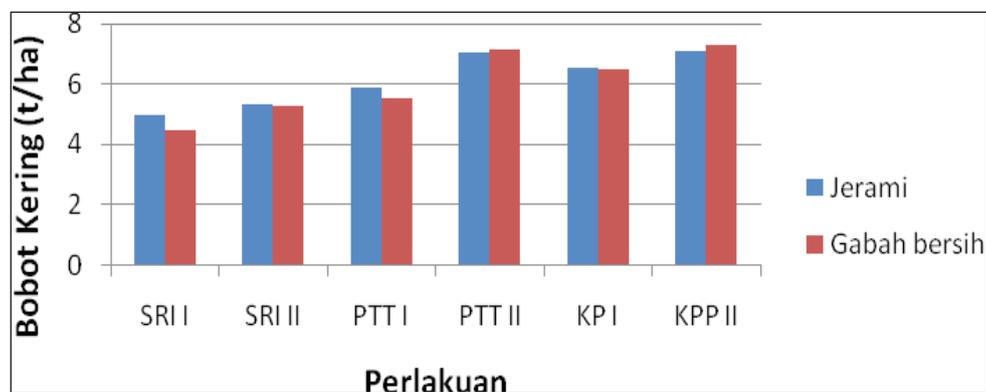
proses fisiologi tanaman adalah pemanjangan sel, inisiasi akar, produksi etilen, pembentukan kalus, dan perkembangan buah. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan auksin dalam kultur murni atau dalam asosiasi dengan tanaman.⁹ Berdasarkan penelitian yang dilakukan Surono *et al.*¹⁰ menyatakan bahwa kombinasi media tumbuh menggunakan kompos yang diperkaya bakteri aktivator BX2 dan asam humat mampu meningkatkan panjang akar tanaman tomat antara 2,82–3,64 cm dibanding kontrol positif yang hanya 2,73 cm. Hal ini menandakan bahwa kompos, bakteri aktivator, dan asam humat dapat menstimulasi perkembangan akar dan penguatan akar untuk melindungi diri dari serangan *Fusarium oxysporum*. Usaha peningkatan kandungan bahan organik tanah yang salah satunya dengan penambahan kompos akan meningkatkan populasi mikroba tanah yang bermanfaat yang akan berdampak pada perbaikan kualitas tanah.¹¹

Sejumlah laporan hasil penelitian menyebutkan penggunaan kompos dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap serangan patogen. Kompos sebagai substrat yang baik untuk pertumbuhan sejumlah mikroorganisme agensia hayati sehingga aplikasi kompos ke dalam tanah dapat mengurangi serangan patogen tanaman. Beberapa mikroba yang termasuk agensia hayati dari golongan bakteri (*Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp.), aktinomiset (*Streptomyces* spp.), dan cendawan (*Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.) merupakan mikroba terbanyak yang terdapat di dalam kompos.^{12,13}

Hasil panen

Penilaian hasil tanaman padi yang dinyatakan dengan hasil pengamatan bobot gabah kering bersih (GKB) disajikan pada Gambar 3. Perlakuan SRI I dan SRI II memberikan hasil padi paling rendah, sedangkan hasil tertinggi dicapai oleh sistem KP (I dan II) dan PTT II sebesar 6,5–7,3 t/ha. Hasil tersebut 2–2,83 t/ha (44,7–63,3%) lebih tinggi dibanding SRI I dan 1,17–2 t/ha (22,1–37,8%) lebih tinggi dibanding dengan SRI II. Penggunaan pupuk hayati + kompos 2,5 t/ha + ½ (NPK)-rekomendasi pada PTT memberikan hasil nyata lebih tinggi dibanding dengan yang hanya pemberian kompos 5 t/ha, demikian pula pada penggunaan MOL pada SRI. Keadaan ini memberikan indikasi bahwa kombinasi penggunaan bahan organik, pupuk hayati (mikroba yang unggul/hasil seleksi), dan pupuk anorganik ½ dosis rekomendasi pada tanah sawah ini merupakan kombinasi yang paling ideal bagi budi daya tanaman padi sawah.

Perbedaan yang cukup mencolok dari ketiga sistem budi daya tersebut adalah masa pertumbuhan dan waktu panen pada SRI lebih lambat 10–14 hari dibanding dengan sistem PTT dan KP. Hal ini disebabkan pada sistem SRI bibit padi ditanam pada umur 12 hari menyebabkan pertumbuhan tanaman padi lambat dan sebaliknya pertumbuhan gulma lebih cepat sehingga tanaman padi yang baru ditanam harus bersaing dengan gulma dalam hal pengambilan unsur hara dan penerimaan sinar matahari walaupun penyiangan lebih banyak dilakukan dibanding dengan penyiangan pada sistem PTT dan KP. Secara visual pada sistem



Gambar 3. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap bobot jerami kering dan gabah kering bersih padi var. Sintanur.

PTT dan KP pertumbuhan tanaman lebih cepat, disebabkan bibit yang ditanam sudah berumur 21 hari lebih cepat beradaptasi dan waktu panen lebih cepat 10–14 hari.

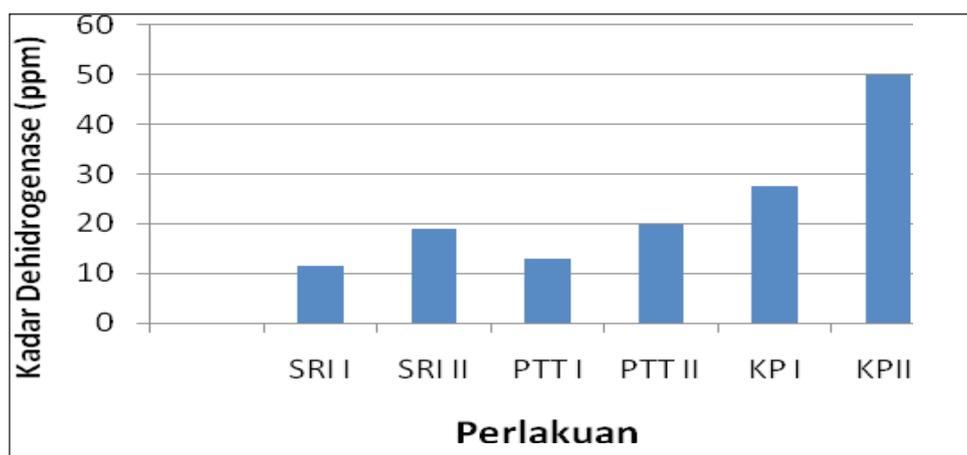
Analisis biota tanah setelah panen

Pengaruh perlakuan terhadap biota tanah meliputi kadar enzim dehidrogenase, populasi cacing tanah, dan populasi nematoda disajikan pada Gambar 4, 5, dan 6. Bagian penting dari siklus karbon, nitrogen, fosfor, sulfur, dan air yang terjadi di dalam tanah sebagian besar melibatkan interaksi mikroba dan fauna tanah dengan sifat kimia dan fisika tanah.¹⁴

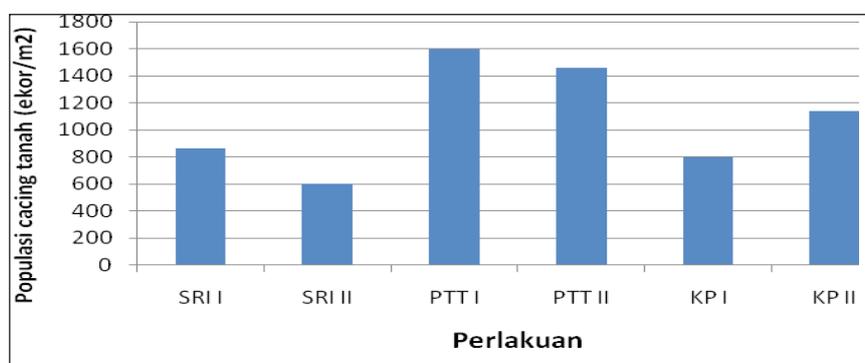
Kadar dehidrogenase tanah menggambarkan besarnya aktivitas mikroba tanah, semakin tinggi kadar dehidrogenase tanah aktivitas mikroba tanah juga semakin tinggi. Kadar dehidrogenase paling tinggi dicapai oleh perlakuan sistem KP

sebesar 49,9 ppm nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya yang hanya 11,4–27,53 ppm. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Nayak dan Manjappa¹⁵ menyebutkan bahwa aktivitas dehidrogenase pada lahan sawah adalah sekitar 18,47 ppm saat curah hujan rendah dan sekitar 17,45 ppm saat curah hujan tinggi.

Pada SRI ternyata penggunaan MOL dikombinasikan dengan kompos 2,5 t/ha + ½ (NPK)-rekomendasi cenderung memberikan kadar dehidrogenase lebih tinggi dibanding dengan hanya pemberian kompos 5 t/ha. Demikian pula pemakaian pupuk hayati pada sistem PTT yang dibarengi dengan kompos 2,5 t/ha + ½ (NPK)-rekomendasi lebih baik dibanding dengan kompos 5 t/ha dan juga pada sistem KP. Dengan demikian, aktivitas mikroba tanah pada sistem KP II paling tinggi disebabkan pemakaian pupuk hayati dapat meningkatkan populasi mikroba tanah, pemberian kompos 2,5 t/ha cukup memenuhi



Gambar 4. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap kadar dehidrogenase.



Gambar 5. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap populasi cacing tanah.

kebutuhan sumber energi bagi mikroba, dan penggunaan $\frac{1}{2}$ (NPK)-rekomendasi cukup untuk memenuhi kebutuhan hara makro esensial, baik bagi mikroba maupun tanaman padi. Hal ini lebih baik dibanding pada KP I yang hanya memakai pupuk anorganik NPK-rekomendasi atau PTT I yang hanya memakai kompos 5 t/ha.

Populasi cacing tanah tertinggi dicapai oleh perlakuan PTT I yang diikuti oleh PTT II dan sistem KP II masing-masing sebesar 1.600, 1.460, dan 1.140 ekor/m². Dalam hal ini populasi cacing terlihat selain dipengaruhi oleh pemakaian kompos juga dipengaruhi sistem budi daya tanaman. Pada pemberian kompos 5 t/ha populasi cacing cenderung lebih tinggi dibanding dengan kompos 2,5 t/ha, baik pada SRI maupun PTT. Adapun populasi cacing pada SRI lebih rendah dibanding sistem PTT dan KP. Hal ini disebabkan pengairan pada SRI secara terputus (*intermitten*) sampai terjadi retakan tanah menyebabkan keadaan lingkungan (cekaman kelembapan tanah) yang kurang sesuai bagi kehidupan cacing tanah. Keretakan dan penurunan kelembapan tanah dapat mengakibatkan aktivitas serta perkembangbiakan cacing terganggu/terhambat dan atau cacing tanah yang ada di dalam tanah pindah ke tempat lain yang lebih sesuai dengan kondisi/kelembapan tanah yang dibutuhkannya.

Populasi cacing tanah dan perkembangannya dipengaruhi kuantitas dan kualitas sumber makanannya. Bahan organik yang terurai menjadi kompos mendorong tersedianya makanan yang

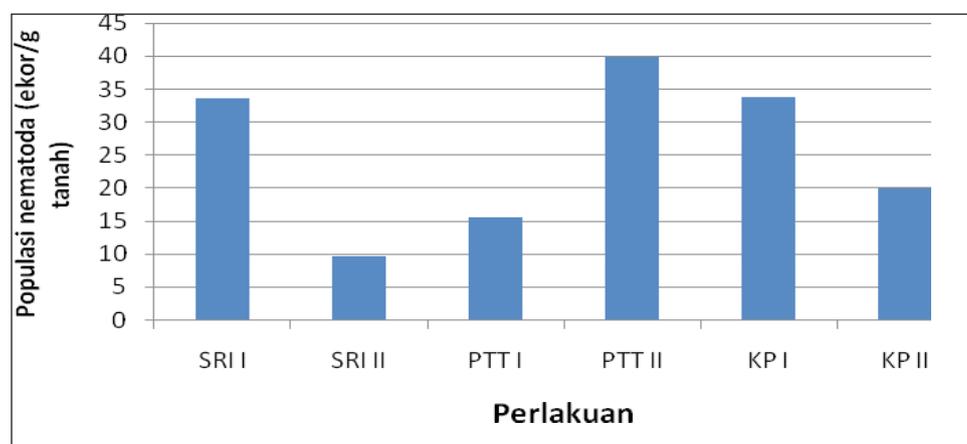
dibutuhkan cacing tanah dan fauna tanah lainnya.¹⁶

Nematoda merupakan fauna tanah yang hidup di berbagai jenis tanah yang keberadaannya bisa memengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung dan tidak langsung. Nematoda terlibat dalam dekomposisi bahan organik dan pelepasan hara yang dibutuhkan tanaman.¹⁷ Penelitian yang dilakukan Manachini *et al.*¹⁸ menyatakan bahwa sistem pertanaman jagung monokultur dibandingkan dengan sistem rotasi mempunyai pengaruh negatif terhadap komposisi nematoda dan ekologiannya.

Populasi nematoda tanah tertinggi dicapai oleh sistem PTT II, KP I, dan SRI I sebesar 39,9–33,6 ekor/100 g dan terendah pada SRI II dengan populasi 9,6 ekor/100 g. Di dalam tanah terdapat berbagai jenis nematoda, baik yang bersifat menguntungkan maupun merugikan bagi tanaman padi. Walaupun demikian, baru sedikit hasil penelitian yang melaporkan kerugian akibat gangguan nematoda. Hal ini disebabkan penetapan jenis nematoda, baik yang menguntungkan maupun merugikan masih banyak mengalami kesulitan.

KESIMPULAN

Sistem KP II dengan penggunaan pupuk hayati disertai dengan pemberian kompos 2,5 t/ha dan pupuk $\frac{1}{2}$ (NPK)-rekomendasi lebih baik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman padi serta aktivitas dehidrogenase dibanding dengan



Gambar 6. Pengaruh penggunaan pupuk hayati, organik, dan anorganik pada tiga sistem budi daya terhadap populasi nematoda.

perlakuan lain yang dilakukan pada penelitian ini. Adapun Sistem PTT I dengan penggunaan pupuk hayati disertai pemberian kompos 5 t/ha memiliki populasi cacing tanah yang tertinggi dibanding perlakuan yang lain dan Sistem PTT II dengan penggunaan pupuk hayati disertai dengan pemberian kompos 2,5 t/ha dan pupuk ½ (NPK)-rekomendasi memiliki populasi nematoda tertinggi dibanding penelitian yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang, Kementerian Pertanian yang telah membiayai kegiatan ini melalui Program RPTP Tahun Anggaran 2009. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Koko Kusumah yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan dan Bu Iis yang telah mengizinkan penulis untuk menggunakan lahan sawahnya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Witt, B. 1997. Using Soil Fauna to improve soil health. Restoration and reclamation review, *student on-line journal*. 2(8)
- ²BPTP Sulsel. Petunjuk teknis budidaya padi hibrida. ([www. http://sulsel.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1](http://sulsel.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1), diakses 25 Maret 2011)
- ³Tabatabai, M.A. 1994. Soil enzymes. In R.W. Weaver *et al.* (Ed.) *Methods of soil analysis. Part 2*. p. 775–834. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
- ⁴Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1976. *Statistical procedures for agricultural Research*. Los Banos, Laguna, Philippines: The International Rice Research Institute
- ⁵Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. P: 11–40. Dalam R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- ⁶Farida, Cut Dida. 2010. *Pengaruh pemberian mikroba campuran terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- ⁷Kloepper, J.W. and Schroth M.N. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. In Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. ed. *Station de Pathologic Vegetal et Phytobacteriologic*, 2: 879–882. Angers, France.
- ⁸Bashan, Yoav and Gina Holguin. 1998. Proposal for the division of plant growth promoting rhizobacteria in two classifications: biocontrol-PGPB (Plant Growth-Promoting Bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem.*, 30 (819): 1225–1228.
- ⁹Subba Rao, N.S. 1982. Phosphate solubilization by Soil Microorganisms. In N.S. Subba Rao (Ed.). *Advances in Agricultural Microbiology*. p. 295–303. New Delhi, Bombay, Calcuta: Oxford & IBH Publishing Co.
- ¹⁰Surono, Bonny P.W.S. and Alfian Muri L. 2011. Controlling fusarium wilt of tomato use bioactive compost enriched by activator microbes and humic acid. *Book of abstract of 1st International ISHS Symposium on "Sustainable Vegetable Production in South East Asia"*. Salatiga (Indonesia): Ghent Univeristy, ISRI, UKSW and Gadjah Mada University.
- ¹¹Perucci, P. 1990. Effect of addition of municipal solid waste compost on microbial biomass and enzyme activities in soil. *Biol. Fertil. Soils*, 10: 221–226.
- ¹²Chet I., Inbar J. 1994. Biological control of fungal pathogen. *Appl Biochem Biotechnol.*, 48: 7–43.
- ¹³Michel F.C. Jr, Marsh T.J., Reddy C.A. 2002. Bacterial community structure during yard-trimmings composting. In: Insam H., Riddech N., Klammer S., (Eds.). *Microbiology of Composting*. p. 25–42. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg,
- ¹⁴Doran, J.W., T.B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: J.W. Doran, A.J. Jones. (Eds.). *Methods for Assessing Soil Quality*. pp. 25–37. Madison, WI: Soil Science Society of America.
- ¹⁵Nayak, B. Ramesh and K. Manjappa. 2010. Topo-sequential variations in enzyme activity in rice growing soils in hilly region. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 23 (4): 640–641.
- ¹⁶Carpenter-Boggs, L., A.C. Kennedy, and J.P. Reganold. 2000. Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 1651–1659.
- ¹⁷Freckman, D.W. and C.H. Ettema. 1993. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agric. Ecos. Env.*, 45: 239–261.

¹⁸Manachini, B., A. Corsini, and S. Bocchi. 2009. Soil Quality Indicators as Affected by a Long Term Barley-Maize and Maize Cropping Systems. *Ital. J. Agron. / Riv. Agron.*, (1): 15–22

