

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PUPUK BOKASHI JERAMI DAN PUPUK ANORGANIK DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS CIHERANG”.

Oleh : Muharam, Sulistyono Sidhik Purnomo

Fakultas Pertanian
Universitas Singaperbangsa Karawang

ABSTRACT

The objective of the experiment was find out the influence of different dozen of bokashi organic fertilizer and anorganic fertilizer to growth and yield of Ciherang variety. The experiment was conducted at field experiment of Ciwaringin Village – karawang district, West Java in dry seasons 2011

The experiment was arranged in the factorial methode of Randomized Block Design with three replication and twenty six of different dozen bokashi organic fertilizer and anorganic fertilizer combination. The first factor is bokashi application with four degree of application : $j_0=0$ ton/ha bokashi, $j_1=3$ ton/ha bokashi, $j_2=5$ ton/ha bokashi and $j_3= 7$ ton/ha bokashi. The second factor is anorganic fertilizer application with tree of degree $n_1 = 67,5$ kg/ha N + 22,5 kg/ha P_2O_5 + 22,5 kg/ha K_2O , $n_2 = . 135$ kg/ha N + 45 kg/ha P_2O_5 + 45 kg/ha K_2O dan $n_3 = 202,5$ kg/ha N + 67,5 kg/ha P_2O_5 + 67,5 kg/ha K_2O

The experiment result showed that no have of interaction between different dozen bokashi organic fertilizer and anorganic fertilizer to all of variable. The single effect of bokashi fertilizer was influence of tiller number at 70 HST, number and yield. The single effect of anorganic fertilizer was increased of tiller number, panicle number, grain number per panicle, percentase of grain and yield

The bokashi application with 7 ton/ha showed highest yield (9,8 t/ha) at the anorganic application with 202,5 kg/ha n + 67,5 kg/ha p_{2o5} + 67,5 kg/ha K_2O but not significance at the anorganic application 135 kg/ha N + 45 kg/ha P_2O_5 + 45 kg/ha K_2O with 9.7 ton/ha yield.

PENDAHULUAN

Beras adalah bahan makanan pokok yang sangat strategis, baik dari segi produksi maupun konsumsi kalori. Sekitar 54% dari total konsumsi kalori dan 46% dari total protein penduduk berasal dari beras. Selain itu, beras juga menyumbang 33 % dari pendapatan kotor yang diperoleh dari sektor pertanian (World Bank, 1998 : FAO, 1996). Kebutuhan akan beras dari tahun ke tahun terus meningkat dan diperkirakan pada tahun 2025 kebutuhan beras mencapai 41,5 juta ton atau setara dengan 65,9 juta ton GKG (Tombe, 2009). Peluang peningkatan produksi padi masih memungkinkan untuk dipacu, karena hingga saat ini rata-rata yang dicapai di tingkat petani masih dibawah potensi atau hasil penelitian. Dengan demikian, sistem intensifikasi seperti panca usaha tani masih perlu di sempurnakan lagi dalam peningkatan produksi beras.

Penggunaan pupuk sebagai sumber hara merupakan sarana produksi yang memegang peranan penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman pangan. Permasalahan penggunaan pupuk saat ini adalah penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dengan dosis tinggi, sehingga dapat berpengaruh negatif terhadap lingkungan, dan dapat menurunkan tingkat efisiensi penggunaannya (Juliardi, 1995).

Pemberian pupuk anorganik pada tanaman padi seperti pupuk nitrogen berfungsi sebagai unsur pokok pembentuk protein dan penyusun utama protoplasma, kloroplas, dan enzim. Dalam kegiatan sehari-hari peran nitrogen berhubungan dengan aktivitas fotosintesis, sehingga secara langsung atau tidak, nitrogen sangat penting dalam proses metabolisme dan respirasi (Yoshida, 1981). Pada saat ini sangat jarang dijumpai tanah yang tidak membutuhkan tambahan nitrogen untuk menghasilkan produksi padi yang tinggi (Fagi dkk., 1990). Bahkan di daerah-daerah yang menanam padi secara intensif, masukan nitrogen semakin banyak diperlukan, karena laju kehilangan N pada tanah yang sering ditanami padi sangat tinggi (Kirk, 1996).

Selain pupuk anorganik pemupukan dapat dilakukan dengan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu alternatif untuk mengembalikan tanah menjadi subur kembali. Dalam sejarah penggunaan pupuk organik untuk padi sawah dikenal dengan pengelolaan jerami. Jerami yang kebanyakan dibakar sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik *in-situ*. Pengembalian jerami ke tanah umumnya dapat meningkatkan hasil padi. Pengaruh positif dari penggunaan jerami disebabkan karena adanya penambahan hara kalium yang berasal dari jerami (Venkataraman, 1984). Menurut Makarim dkk. (2004) penambahan pupuk organik sampai kandungan karbon organik tanah mencapai 2% dapat meningkatkan hasil padi, tetapi apabila kandungan karbon organik tanah > 2% maka penambahan pupuk organik tidak lagi meningkatkan hasil.

Tanggap tanaman padi terhadap pemberian jerami ditentukan antara lain oleh pupuk yang digunakan, kondisi jerami, lokasi penanaman, dan musim tanam. Pemberian jerami yang sudah mengalami pelapukan memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding jerami segar. Hal ini menunjukkan bahwa jerami mampu memperbaiki kondisi lingkungan tumbuh, sehingga meningkatkan jumlah anakan dan hasil gabah. Dengan demikian pemberian jerami dapat berfungsi sebagai pengganti pupuk dasar atau bahan penutup unsur N pada saat tanaman membentuk anakan. Penggunaan jerami segar kurang efektif sehingga disarankan menggunakan yang sudah matang.

Untuk melihat pengaruh pemberian pupuk N dan jerami, serta interaksi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi, maka penelitian tentang hal ini sangat penting.

TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini sistem produksi padi yang diterapkan petani banyak memerlukan tenaga kerja yang intensif dengan input tinggi. Penggunaan teknologi yang diterapkan tidak murah, khususnya terhadap produksi, sehingga biaya produksi menjadi mahal. Dalam memperbaiki kesenjangan hasil di tingkat petani, penggunaan teknologi

budidaya bukan hanya diarahkan untuk meningkatkan hasil panen dan produksi saja, tetapi juga diharapkan dapat memperbaiki kondisi lahan dan penggunaan tenaga kerja, sehingga biaya produksi menjadi menurun dan produksi menjadi tinggi serta kualitas terjamin (Chaudhary, 2000).

Pemberian pupuk organik saat ini merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas lahan. Pemberian bahan organik seperti jerami secara bertahap diharapkan dapat mengembalikan kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas padi. Pemanfaatan pemberian jerami tidak hanya dilihat dari sisi kandungan hara saja, tetapi juga mengandung C-organik yang tinggi yang akan menambah kandungan bahan organik tanah.

Bahan organik tanah menjadi salah satu indikator kesehatan tanah karena pentingnya bahan organik bagi tanah dan tanaman tidak perlu diragukan lagi. Hal ini dikarenakan banyaknya manfaat yang diberikan oleh bahan organik, yaitu (Tisdale *et al.* 1993) : sebagai cadangan sekaligus sumber hara makro dan mikro, meningkatkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah, memperbaiki struktur tanah, mempermudah pengolahan tanah dan berkembangnya akar tanaman serta masih banyak manfaat yang lainnya.

Menurut Ponnamm Peruma (1984) setiap hasil 5 ton gabah mengambil unsur hara dari tanah sebanyak 150 kg N, 20 kg P, 150 kg K dan 50 kg S. Hampir seluruh K dan sepertiga N, P dan S terdapat dalam jerami. Setiap 5 ton jerami memiliki 2 ton C-Organik, kalau pengembalian / mensuplai unsur hara ini tidak dilakukan maka degradasi kualitas lahan akan berjalan cepat sehingga produktivitas lahan juga akan rendah.

Penelitian Abe, Song Mauang dan Harada (1995) menunjukkan bahwa hasil tanaman padi dapat meningkat seiring dengan penambahan jumlah bahan organik yang diberikan. Selain pemberian pupuk K yang terkandung dalam jerami tanaman padi juga memerlukan pupuk N yang merupakan hara utama tanaman. Pupuk N dapat mendorong pertumbuhan tanaman yang cepat dan memperbaiki tingkat hasil serta kualitas gabah melalui peningkatan jumlah anakan, pengembangan luas daun, pembentukan gabah, pengisian gabah, dan sintesis protein.

Tanaman padi dapat memperoleh nitrogen dari hasil fiksasi ganggang dan bakteri heterotrof, mineralisasi bahan organik, dan dari cadangan N tanah. Meskipun demikian, sumber N utama tanaman padi adalah pupuk. Hara N yang tersedia hanya diserap tanaman sekitar 30-45%, sisanya hilang dari sistem genangan air tanah melalui proses volatilisasi dan denitrifikasi (Ismunadji dan Dijkshorn, 1971). Kehilangan N melalui berbagai peristiwa dapat bervariasi tergantung pada kondisi tanah dan lingkungan. Besarnya kehilangan N melalui denitrifikasi dapat mencapai sekitar 30-40% (Yoshida dan Padre, 1974). Pada kondisi yang berbeda kehilangan N melalui volatilisasi dan pencucian masing-masing dapat mencapai sekitar 45 dan 44% (De Datta *et al*) dan melalui erosi dapat mencapai 45%. Di india , California, Louisiana dan Filipina kehilangan N dari pemupukan nitrogen diperkirakan berturut-turut mencapai 20-40%, 37%, 68% dan 25% (De Datta, 1981). Sedangkan di indonesia kehilangan N dari pupuk dapat mencapai 52-71% (Ismunadji dkk., 1975). Pada umumnya kehilangan N tersebut

makin banyak dengan semakin tingginya takaran pemupukan N yang diberikan (Makarim dkk., 1993).

Pemberian bahan organik bokashi jerami merupakan salah satu sumber bahan organik yang mudah didapat di lahan sawah. Setiap kali panen padi umumnya akan dihasilkan jerami dengan rasio berat gabah jerami 2/3 (Cosio, 1985), sehingga untuk sawah intensifikasi yang mendapatkan 6 ton/ha GKP akan diperoleh 9 ton/ha jerami segar. Meskipun untuk varietas padi yang belakangan dilepas kebanyakan mempunyai ratio berat gabah jerami mendekati 1:1, tetapi porsi jeraminya juga masih cukup tinggi. Menurut Dobermann dan Fairhurst (2002), jerami mengandung 0,5-0,8% N, 0,07-0,12% P₂O₅, 1,2-1,7% K₂O dan 4-7% Si. Oleh sebab itu, setelah panen sebaiknya jerami segar dikembalikan ke dalam tanah tidak diangkut ke luar lahan agar tidak banyak hara yang ikut hilang.

Hasil penelitian Adiningsih (1984) menunjukkan bahwa penggunaan jerami sebanyak 5 t/ha selama 4 musim tanam dapat meningkatkan hasil gabah dan menyumbang hara sekitar 170 kg K.. Penggunaan pupuk N, P, dan K secara tunggal memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan beberapa komponen hasil padi, namun terhadap bobot 1000 biji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Arafah dan M. P. Sirappa, 2003)

Selain itu, Arafah dan M. P. Sirappa (2003) menyatakan bahwa terjadi pengaruh interaksi antara penggunaan pupuk organik (jerami) dan pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah anakan, dan hasil padi (jumlah gabah per malai, persentase gabah hampa, bobot 1000 butir serta hasil gabah).

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Lahan Beririgasi Desa Ciwaringin Kecamatan Lemah Abang, kabupaten Karawang dengan jenis tanah Aluvial. Percobaan ini dilaksanakan pada musim kemarau tahun 2011 yaitu pada bulan April sampai dengan Juli 2011.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok pola faktorial dua faktor dalam 3 ulangan. Luas ukuran masing-masing petak percobaan adalah 5 m x 5 m. Sebagai faktor pertama adalah Perlakuan pemberian kompos bokashi jerami (J) meliputi 4 taraf:

- j₀ = Bokashi jerami 0 ton/ha
- j₁ = Bokashi jerami 3 ton/ha.
- j₂ = Bokashi jerami 5 ton/ha.
- j₃ = Bokasi jerami 7 ton/ha.

Sebagai faktor kedua adalah dosis rekomendasi pupuk anorganik yang meliputi 3 taraf :

- n₁ = 67,5 kg/ha N + 22,5 kg/ha P₂O₅ + 22,5 kg/ha K₂O (1/2 DA).
- n₂ = 135 kg/ha N + 45 kg/ha P₂O₅ + 45 kg/ha K₂O (1 DA).

- $n_3 = 202,5 \text{ kg/ha N} + 67,5 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5 + 65,5 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$ (1 1/2 DA).
- DA = Dosis Anjuran spesifik lokasi (300 kg/ha NPK Phonska + 200 kg/ha Urea)

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan Uji F. Apabila antara perlakuan terjadi perbedaan nyata, maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji DMRT (*Duncan Multiple Range Table*) pada taraf nyata $\alpha = 5\%$.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Keadaan cuaca selama percobaan

Berdasarkan data perhitungan lahan percobaan yang berlokasi di Desa Ciwaringin Kecamatan Lemah Abang, kabupaten Karawang tergolong tipe iklim E (agak kering), dengan merujuk kepada hasil perhitungan nilai Q diperoleh nilai sebesar 116 % yang kemudian dicocokkan berdasarkan pembagian tipe iklim menurut *Schmidt* dan *Ferguson* (1951).

Analisis tanah sebelum percobaan

Data karakteristik tanah sebelum percobaan diperoleh dengan cara menganalisis kandungan hara pada tanah percobaan. Analisis tanah percobaan dilakukan di Laboratorium Kimia Agro, Lembang – Bandung. Lahan percobaan merupakan lahan sawah beririgasi teknis dengan jenis tanah Aluvial. Hasil analisis tanah awal dapat secara ringkas dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum percobaan

No	Variabel Pengamatan	Satuan	Nilai	Kriteria
1	pH	-	6,2	Agak Masam
2	C-Organik	%	0,5 .	Sangat Rendah
3	N- Total	%	0,02	Sangat Rendah
4	C/N Ratioa	-	25	Tinggi
5	P Tersedia	mg/kg	17	Rendah
6	K dd	cmol/kg	1,47	Sangat Tinggi
7	KTK	cmol/kg	6,61	Rendah
8	P ₂ O ₅ (HCl 25%)	mg/100 g	52	Tinggi
9	K ₂ O (HCl 25%)	mg/100 g	9	Sangat Rendah

Tekstur tanah tempat percobaan termasuk liat berdebu, dengan komposisi 48 % liat, 32 % debu dan 20 % pasir. Hasil analisis juga mengindikasikan bahwa tanah

tergolong agak masam yang ditandai dengan pH H₂O sebesar 6,20 dan pH KCl sebesar 5,0. Status hara tanah tergolong rendah, hal ini terlihat dari kandungan N total sebesar 00,02% , P tersedia 17 ppm (rendah), dan C-organik tergolong rendah (0,5 %). Kandungan K (mg/l) sebesar 9 ppm tergolong sangat rendah, Ca (mg/l) sebesar 10,71 juga tergolong tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 6,61 cmol/kg tergolong rendah. Berdasarkan analisis kandungan tanah ini, maka lahan percobaan mempunyai kesuburan yang rendah. Untuk menghasilkan hasil produksi yang tinggi, maka tanah dengan tingkat kesuburan seperti ini memerlukan input produksi pupuk yang cukup tinggi.

Pertumbuhan Tanaman

1. Tinggi tanaman

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara pemberian bokashi dan takaran pupuk anorganik yang berbeda terhadap tinggi tanaman pada setiap waktu pengamatan. Pemberian berbagai takaran bokashi ternyata tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi varietas Ciherang, sebaliknya perbedaan dosis pupuk organik ternyata berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman saat tanaman berumur 56 dan 70 HST (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh pemberian pupuk bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap variabel tinggi tanaman padi sawah varietas Ciherang

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				
	14	28	42	56	70
Perlakuan Bokashi (J)	hst				
j ₀ = Bokashi 0 ton/ha	37.4a	47.4a	54.3a	65.9a	84.8a
j ₁ = Bokashi 3 ton/ha	37.6a	47.6a	55.2a	64.2a	84.7a
j ₂ = Bokashi 5 ton/ha	37.6a	47.6a	54.8a	66.9a	83.7a
j ₃ = Bokashi 7 ton/ha	37.3a	47.3a	56.1a	67.0a	87.9a
Perlakuan Pupuk Anorganik (N)					
n ₁ =67,5 kg/ha N + 22,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 22,5 kg/ha K ₂ O	37.6a	47.6a	53.9a	61.7b	78.6b
n ₂ =135 kg/ha N + 45 kg/ha P ₂ O ₅ + 45 kg/ha K ₂ O	37.6a	47.6a	55.6a	66.9ab	87.2ab
n ₃ =202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 67,5 kg/ha K ₂ O	37.9a	47.3a	55.8a	69.4a	90.1a

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %

Pada saat tanaman berumur 56 dan 70 HST, aplikasi dosis pupuk anorganik sebanyak 202,5 kg N/ha + 67,5 kg/ha P₂O₅ + 67,5 kg/ha K₂O atau setara 1,5 kali dosis anjuran ternyata memperlihatkan tampilan tinggi tanaman tertinggi (90,1 cm), diikuti oleh aplikasi dosis pupuk 135 kg/ha N + 45 kg/ha P₂O₅ + 45 kg/ha K₂O (87,2 cm).

Varietas Ciherang merupakan salah satu varietas unggulan yang memiliki respon cukup tinggi terhadap pemupukan dan memiliki periode pertumbuhan yang relative

cepat. Kemampuan tanaman padi untuk mengekspresikan karakter pertumbuhan vegetatif memiliki periode yang cukup singkat, suplai hara yang besar dan cepat tersedia. Diduga sifat pupuk anorganik yang mudah terurai cenderung menyediakan hara lebih cepat dibandingkan dengan pupuk organik. Sehingga selama periode pertumbuhannya hara yang bersumber dari pupuk anorganiklah yang lebih banyak digunakan.

Kemampuan bokashi menyediakan hara bagi tanaman cenderung lebih lambat dibanding pupuk anorganik, karena pada saat bokashi jerami diberikan, kandungan zat yang dimilikinya lebih dulu digunakan untuk memperbaiki kestabilan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kandungan N yang minim pada bokashi jerami tidak dapat diandalkan sebagai sumber hara utama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ponnampetura (1984) bahwa pupuk jerami tidak bisa diandalkan sebagai sumber hara N dan P, tetapi cukup efektif untuk K, Si dan C.

Pemberian takaran pupuk yang lebih besar dari takaran anjuran memiliki pengaruh negatif terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Namun demikian B. S. Vergara (1990) berpendapat lain bahwa aplikasi pupuk nitrogen dapat diberikan lebih banyak pada musim kemarau karena hasil gabah akan menjadi lebih tinggi.

Pada musim kemarau tanaman lebih pendek dan jumlah anakan lebih sedikit sedangkan energi cahaya lebih banyak tersedia. Pemakaian pupuk meningkatkan jumlah anakan, luas daun, dan produksi makanan. Banyaknya cahaya dan daun akan meningkatkan produksi makanan, dengan demikian penggunaan pupuk lebih menguntungkan.

2. Jumlah anakan

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara pemberian berbagai takaran bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap perolehan rata-rata jumlah anakan. Perbedaan perolehan rata-rata jumlah anakan tampak nyata dari efek mandiri masing-masing perlakuan.

Hasil analisis uji lanjut menunjukkan pada saat tanaman berumur 14, 28, 42 dan 56 hst, aplikasi berbagai takaran bokashi tidak berpengaruh terhadap perolehan rata-rata jumlah anakan. Pengaruh bokashi tampak saat tanaman padi berumur 70 hst (Tabel 3), pemberian bokashi sebesar 5 ton/ha dan 7 ton/ha memperoleh rata-rata jumlah anakan terbanyak dibanding perlakuan lainnya. Diduga pada saat umur tanaman lebih dari 56 hst, lahan percobaan yang memperoleh perlakuan aplikasi bokashi cenderung memiliki kondisi fisik, kimia dan biologi tanah lebih baik dibanding lahan percobaan tanpa aplikasi bokashi, sehingga kesinambungan hara tersedia menjadi lebih lama, proses penyerapan/translokasi hara menjadi lebih baik dan ketersediaan hara K menjadi lebih banyak. Buckman dan Brady, (1982) menyatakan bahwa kalium diperlukan oleh tanaman untuk memperkuat batang tanaman, mendukung perkembangan akar dan pembentukan gabah, serta berperan sebagai katalisator dalam proses pembentukan protein dan karbohidrat. Secara garis besar K memberikan efek keseimbangan terhadap N maupun P, sehingga penting dalam pemupukan campuran

Perlakuan aplikasi takaran pupuk anorganik yang berbeda berpengaruh nyata terhadap perolehan rata-rata jumlah anakan saat 28, 42, 56 dan 70 HST. Pemberian takaran aplikasi pupuk anorganik lebih banyak cenderung meningkatkan perolehan rata-rata jumlah anakan. Pada saat musim kemarau sumber hara menjadi lebih terbatas, sehingga aplikasi pupuk merupakan satu-satunya sumber utama hara bagi tanaman. Kondisi cuaca yang ekstrim dapat menurunkan efisiensi pemupukan sehingga pemupukan dalam jumlah besar kadang diperlukan. Kirk (1996) menyatakan bahwa laju kehilangan

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap variabel jumlah anakan tanaman padi sawah varietas Ciherang

Perlakuan	Jumlah Anakan (buah)				
	14	28	42	56	70
Perlakuan Bokashi	hst				
j ₀ = Bokashi 0 ton/ha	10.4a	18.9a	23.3a	16.7a	14.2b
j ₁ = Bokashi 3 ton/ha	10.4a	18.6a	22.8a	18.9a	15.8ab
j ₂ = Bokashi 5 ton/ha	10.5a	18.8a	22.9a	19.8a	17.0a
j ₃ = Bokashi 7 ton/ha	10.1a	18.6a	22.7a	20.3a	17.0a
Perlakuan Pupuk Anorganik (N)					
n ₁ =67,5 kg/ha N + 22,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 22,5 kg/ha K ₂ O	10.35a	16.9b	19.7c	17.1b	15.0a
n ₂ =135 kg/ha N + 45 kg/ha P ₂ O ₅ + 45 kg/ha K ₂ O	10.29a	19.1ab	23.2b	19.1ab	16.0a
n ₃ =202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 67,5 kg/ha K ₂ O	10.42a	20.2a	25.9a	20.5a	17.0a

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %.

N pada tanah yang sering ditanami secara intensif sangat tinggi sehingga masukan nitrogen semakin banyak diperlukan. Unsur Nitrogen merupakan unsur hara utama dan kerap kali merupakan faktor pembatas untuk produksi tanaman karena berperan penting untuk pembentukan khlorofil, memperbanyak anakan, mempercepat pertumbuhan, menambah lebarnya daun, menambah besarnya gabah, dan menambah kadar protein (Sumartono, 1977).

(Hardjowigeno, 2010). Berpendapat bahwa kalium berperan penting dalam fotosintesis, meningkatkan pengambilan karbondioksida, memindahkan gula pada pembentukan pati dan protein, membantu proses membuka dan menutup stomata, kapasitas menyimpan air dan memperluas pertumbuhan akar. Kalium berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta kemampuan fisiologis tanaman sehingga diduga mampu menurunkan laju kematian anakan.

Komponen Hasil dan Hasil Tanaman

1. Jumlah malai per rumpun

Hasil analisis statistik menunjukkan aplikasi berbagai takaran bokashi jerami dan pupuk anorganik tidak memperlihatkan efek interaksi terhadap perolehan rata-rata jumlah malai per rumpun. Perbedaan antar perlakuan tampak dari masing-masing efek mandiri aplikasi bokashi dan efek mandiri aplikasi pupuk anorganik. Hasil analisis lanjut menunjukkan aplikasi bokashi pada takaran 5 ton/ha memperoleh rata-rata perolehan jumlah malai per rumpun terbanyak namun tidak berbeda nyata dengan aplikasi bokashi 7 ton/ha (Tabel 4).

Perolehan jumlah malai per rumpun berkaitan erat dengan kemampuan tanaman menghasilkan anakan dan kemampuan mempertahankan berbagai fungsi fisiologis tanaman. Bertambahnya umur tanaman setelah memasuki periode generatif selalu diiringi dengan menurunnya kemampuan berbagai fungsi fisiologis tanaman sehingga kelangsungan organ-organ vegetatif cenderung menurun termasuk menurunnya berbagai fungsi fisiologis akar. Hal ini semakin diperparah jika daya dukung lahan terhadap pertanaman sangat rendah.

Sebagai pupuk organik, bokashi memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah lebih cepat dibanding pupuk organik konvensional. Lahan percobaan yang diberi bokashi diduga memiliki sifat fisik lebih baik dibanding tanpa aplikasi bokashi sehingga pertumbuhan dan perkembangan perakaran menjadi lebih baik serta diduga mampu menurunkan laju penuaan sel-sel akar.

Tabel 4. Pengaruh pemberian pupuk bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap komponen hasil tanaman padi sawah varietas Ciherang

Perlakuan	Komponen Hasil			
	Malai / rumpun	Gabah/m alai	Persen gabah isi	Bobot 1000 btr
Perlakuan Bokashi	buah	butir	%	gr
j ₀ = Bokashi 0 ton/ha	12.3 b	110,7 a	95.8 a	25.9a
j ₁ = Bokashi 3 ton/ha	14.0 ab	112,2 a	95.8 a	26.0a
j ₂ = Bokashi 5 ton/ha	15.9 a	113,1 a	96.0 a	25.9a
j ₃ = Bokashi 7 ton/ha	15.7 a	112,9 a	96.5 a	25.8a
Perlakuan Pupuk Anorganik (N)				
n ₁ =67,5 kg/ha N + 22,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 22,5 kg/ha K ₂ O	13.4 b	110,4 c	97,2 a	25.8a
n ₂ =135 kg/ha N + 45 kg/ha P ₂ O ₅ + 45 kg/ha K ₂ O	14.3 ab	112,3 b	96,6 b	26.0a
n ₃ =202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P ₂ O ₅ + 67,5 kg/ha K ₂ O	15.6 a	113,9 a	94,3 c	25.9a

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %.

Menurunnya laju penuaan sel-sel akar memungkinkan proses penyerapan hara (*up take*) dapat dipertahankan sehingga proses distribusi fotosintat menjadi lebih baik sehingga laju kematian anakan dapat diperkecil.

Perbedaan takaran pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap perolehan rata-rata jumlah malai per rumpun (Tabel 4). Tanaman yang mendapat perlakuan aplikasi pupuk anorganik sebanyak 202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P₂O₅ + 67,5 kg/ha K₂O (N3) memperlihatkan perolehan rata-rata jumlah malai terbanyak dibanding perlakuan lainnya (15,6 malai), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan n2.

Penggunaan pupuk anorganik dosis tinggi pada lahan pertanian intensif cenderung tidak efisien, namun demikian efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat ditingkatkan apabila diimbangi dengan penggunaan pupuk organik dengan takaran yang sesuai. Menurut B.S. Vergara (1990), pada musim kemarau tanaman cenderung lebih pendek, anakan cenderung sedikit, sedangkan energi cahaya lebih banyak tersedia. pupuk N dapat diberikan lebih tinggi pada musim kemarau karena meningkatkan jumlah anakan, luas daun, dan produksi makanan, sehingga akan meningkatkan produksi makanan dan berakibat hasil gabah akan lebih tinggi.

Pemberian bokashi secara tidak langsung berpengaruh pula terhadap efisiensi pemupukan. Kemampuan bokashi memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah mampu meningkatkan daya dukung tanah terhadap tanaman sehingga efisiensi pemupukan dapat meningkat selain itu kandungan kalium yang cukup tinggi dapat membantu proses translokasi N dan P menjadi lebih baik. Buckman dan Brady (1982) kalium memberikan efek keseimbangan baik pada nitrogen maupun pada fosfor dan karena itu penting terutama dalam pemupukan campuran.

2. Jumlah gabah per malai

Analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara berbagai takaran aplikasi bokashi dengan pupuk anorganik, demikian pula masing-masing efek mandiri aplikasi bokashi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah gabah per malai. Perbedaan takaran aplikasi pupuk anorganik ternyata menunjukkan perbedaan perolehan jumlah gabah per malai (Lampiran 16).

Hasil analisis uji lanjut menunjukkan aplikasi 202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P₂O₅ + 67,5 kg/ha K₂O (n3) ternyata memperoleh jumlah gabah terbanyak dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Perolehan rata-rata jumlah gabah per malai dipengaruhi oleh panjang malai. kemampuan tanaman mengekspresikan panjang malai sangat dipengaruhi oleh periode inisiasi malai yang termasuk dalam periode kritis tanaman dan karakteristik genetik tanaman tersebut. Kekurangan hara pada periode inisiasi malai dapat menyebabkan pembentukan malai menjadi tidak maksimal sehingga berpengaruh pada bakal biji yang akan terbentuk.

Kumura (1956) menyatakan terdapat hubungan yang erat antara jumlah gabah per malai dan kandungan nitrogen selama periode pembentukan malai. Matsushima dan

Wada (1959) memberikan indikasi bahwa adanya keterkaitan yang sangat erat antara jumlah gabah per malai dan kandungan nitrogen saat periode berbunga.

Diduga dengan meningkatkan takaran aplikasi pupuk anorganik pada kondisi lahan yang mendukung (lahan yang telah diberi aplikasi bokashi) akan meningkatkan pula kemampuan tanaman menghasilkan panjang malai dan bakal biji yang maksimal. Namun semakin berat pula beban tanaman untuk membentuk gabah bernas. Namun demikian banyaknya jumlah malai dan gabah apabila tidak diimbangi dengan pemberian pupuk yang mencukupi dapat menyebabkan terbentuknya malai tidak produktif, gabah hampa atau gabah kurang bernas.

3. Persentase gabah isi

Hasil analisis statik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perbedaan takaran aplikasi bokashi dengan pupuk anorganik terhadap persentase gabah isi (Lampiran 17). Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan takaran aplikasi pupuk anorganik menyebabkan terjadinya perbedaan perolehan rata-rata gabah isi (Tabel 4). Perlakuan takaran aplikasi pupuk anorganik sebesar 202,5 kg/ha N + 67,5 kg/ha P₂O₅ + 67,5 kg/ha K₂O /ha (n3) ternyata memperlihatkan perolehan persentase gabah paling rendah (94,3%). Perolehan persentase gabah isi tertinggi ditampilkan oleh perlakuan takaran aplikasi pupuk organik paling sedikit (n1=97,2%).

Penggunaan aplikasi pupuk anorganik dosis tinggi merangsang inisiasi dan pembentukan bakal gabah menjadi lebih baik, namun demikian semakin banyak bakal gabah yang terbentuk akan semakin berat beban tanaman untuk membentuk gabah berisi (bernas). Kekurangan hara / nutrisi akan menyebabkan proses pembentukan fotosintat menjadi menurun dan tentu saja semakin memperkecil fotosintat yang dapat disimpan di dalam biji sehingga menyebabkan banyak terbentuknya gabah kurang bernas dan gabah hampa.

Matsushima (1959) menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan menurunnya persentase jumlah gabah isi yaitu (1) meningkatnya jumlah gabah per malai (2) meningkatnya jumlah kariopsis yang tidak produktif (3) rendahnya kandungan tepung (fotosintat) pada organ-organ vegetatif sebelum periode berbunga.

Persentase gabah isi merupakan perbandingan antara jumlah gabah isi dengan jumlah gabah dalam setiap malainya. Semakin tinggi nilai persentase gabah isi menunjukkan semakin tinggi produktivitas tanaman tersebut. Kumura (1981) yang menyatakan bahwa jumlah gabah per malai dan bobot 1000 butir gabah mempunyai korelasi positif terhadap hasil gabah.

Perolehan rata-rata gabah isi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara, efektivitas fotosintesis dan kemampuan fisiologis tanaman. Aplikasi bokashi mampu meningkatkan daya dukung tanah terhadap tanaman sehingga secara tidak langsung mampu (1) meningkatkan jumlah hara yang tersedia (2) mempertahankan fungsi fisiologis perakaran dan (3) memperkecil laju penurunan proses fotosintesis.

4. Bobot 1000 butir

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perbedaan takaran aplikasi bokashi dengan pupuk anorganik terhadap bobot 1000 butir gabah isi. Demikian pula efek mandiri perlakuan bokashi dan pupuk organik tidak menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing perlakuan aplikasi

Bobot 1000 butir gabah isi menyatakan banyaknya biomassa yang terkandung dalam gabah. Semakin bernas gabah menandakan biomassa yang terkandung didalamnya semakin banyak.

Kebernasan gabah sangat ditentukan oleh (1) terjaminnya ketersediaan hara (2) terjaminnya proses fisiologis tanaman, dan (3) jumlah gabah per malai. Semakin banyak gabah yang terbentuk semakin berat beban tanaman untuk membentuk gabah yang berisi (bernas). Pemupukan dapat merangsang pembentukan jumlah gabah per malai lebih banyak akan tetapi apabila suplai hara tidak mencukupi akan terbentuk gabah yang tidak berisi (hampa), dan gabah kurang bernas, sehingga menurunkan perolehan bobot gabah.

Karakteristik kemampuan tanaman menghasilkan gabah bernas selain dipengaruhi oleh genetik juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara dan terjaminnya proses fisiologis tanaman. Pemberian hara tepat waktu dengan dosis sesuai kebutuhan menyebabkan proses pengisian biji menjadi lebih terjamin.

Hasil gabah kering giling (GKG)

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perbedaan takaran bokashi dengan pupuk anorganik terhadap hasil GKG. Perbedaan hasil GKG tampak dari masing-masing efek mandiri bokashi dan efek mandiri aplikasi pupuk anorganik.

Hasil analisis uji lanjut menunjukkan (Tabel 5) aplikasi bokashi sebanyak 7 ton/ha dan pemberian N sesuai dosis anjuran (n2) ternyata mampu meningkatkan hasil gabah kering giling (GKG) sebesar 9,7 ton/ha . Di sini artinya untuk menghasilkan hasil gabah yang optimal pemberian pupuk anorganik saja tidaklah cukup walaupun sesuai dosis anjuran. Pemberian pupuk anorganik sesuai anjuran tanpa pemberian bahan organik (n2jo) hanya menghasilkan 8,1 GKG. Ini dimungkinkan karena kandungan bahan organik tanah sangat sedikit.

Tabel 5. Pengaruh pemberian pupuk bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap hasil GKG (kg/petak) tanaman padi sawah varietas Ciherang

Pupuk Anorganik	Pupuk Bokashi Jerami (kg/petak)			
	j ₀ (0 ton/ha)	j ₁ (3 ton/ha)	j ₂ (5 ton/ha)	j ₃ (7 ton/ha)
n ₁ (1/2 DA)	13.086 a (A)	13.524 a (A)	14.136 a (A)	14.862 a (A)
n ₂ (1 DA)	14.574 a (A)	14.892 ab (A)	16.86 ab (BC)	17.496 b (B)
n ₃ (11/2 DA)	15.018 a (A)	15.252 a (A)	17.004 a (C)	17.706 a (B)

Keterangan : J*, N*, JxN^{ns}, angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom/ baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %
 Huruf kecil : horosontal (Angka –angka yang mempunyai huruf yang sama tidak berbeda nyata)
 Huruf Besar : vertikal (Angka –angka yang mempunyai huruf yang sama tidak berbeda nyata).

Tabel 6. Pengaruh pemberian pupuk bokashi jerami dan pupuk anorganik terhadap hasil GKG (ton /ha) tanaman padi sawah varietas Ciherang

Pupuk Anorganik	Pupuk Bokashi Jerami (ton/ha)			
	j ₀ (0 ton/ha)	j ₁ (3 ton/ha)	j ₂ (5 ton/ha)	j ₃ (7 ton/ha)
n ₁ (1/2 DA)	7.3a (A)	7.5a (A)	7.9a (A)	8.3a (A)
n ₂ (1 DA)	8.1a (A)	8.3ab (A)	9.4ab (BC)	9.7b (B)
n ₃ (11/2 DA)	8.3a (A)	8.5a (A)	9.4a (C)	9.8a (B)

Hasil gabah mempunyai hubungan erat dengan jumlah malai, jumlah gabah dan bobot 1000 butir. Tingginya perolehan hasil gabah pada perlakuan n₂j₃ ditunjang oleh perolehan jumlah malai produktif lebih banyak dibanding perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan Atman (2005), salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan hasil gabah adalah meningkatnya nilai komponen hasil, antara lain: panjang malai, jumlah gabah per malai, gabah bernas, dan jumlah anakan produktif.

Pembahasan

Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik

Penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik tidak memperlihatkan pengaruh interaksi baik terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman padi. Hal ini terjadi karena diduga dekomposisi bahan organik bokashi jerami belum berjalan dengan baik. Hasil C/N ratio bokashi jerami masih besar yaitu sekitar 23. Ini menandakan bahwa dekomposisi belum berjalan dengan sempurna, padahal C/N ratio yang baik dari pupuk organik adalah 12. Dari sini terlihat bahwa secara fisik bahan organik telah berpengaruh terhadap tanah, tetapi secara kimia belum nampak pengaruhnya, sehingga pada tanaman pun belum nampak pengaruhnya. Data pada Tabel 3 mengindikasikan bahwa bahan organik baru berpengaruh pada jumlah anakan setelah tanaman padi berusia 70 hst.

Penggunaan pupuk organik (bokashi jerami) secara mandiri belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan komponen hasil tanaman padi, kecuali pada jumlah anakan produktif dan jumlah malai per rumpun. Namun secara umum, penggunaan bokashi jerami padi sebanyak 5 t/ha rata-rata memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding tanpa penggunaan jerami (Tabel 6). Hal ini disebabkan karena peranan penting dari bahan organik dalam upaya memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah, baik dari aspek kimia, fisika, dan biologi tanah. Belum nampaknya pengaruh dari pupuk organik bokashi jerami terhadap pertumbuhan dan hasil diduga karena pemberian bokashi jerami baru dilakukan pada musim tanam tersebut, disamping dosisnya yang masih rendah. Hasil analisis tanah awal memperlihatkan bahwa tanah tempat percobaan mempunyai kandungan C-organik yang sangat rendah.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa pemberian pupuk organik pada tanaman akan mulai nampak pengaruhnya pada musim tanam berikutnya. Hasil penelitian Adiningsih (1984) menunjukkan bahwa penggunaan jerami sebanyak 5 t/ha selama 4 musim tanam dapat meningkatkan hasil gabah dan menyumbang hara sekitar 170 kg K.

Pengaruh Penggunaan Pupuk N, P, K

Penggunaan pupuk N, P, dan K secara mandiri memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan beberapa komponen hasil padi, namun terhadap bobot 1000 biji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 5). Pada komponen hasil jumlah malai per rumpun dan juga jumlah gabah/malai tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian N sesuai dosis anjuran (n2), tetapi untuk persen gabah isi hasil tertinggi dicapai oleh pemverian dosis N setengah anjuran (n1). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman padi memerlukan pupuk anorganik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman, karena pemberian pupuk N, P, K setengah dosis anjuran saja sudah menurunkan hasil disbanding dengan pemberian sesuai dosis anjuran.

Suhartatik, Mastur, dan Partohardjono (1994) menyatakan bahwa hara nitrogen merupakan salah satu faktor pembatas utama untuk produktivitas padi sawah. Dari nitrogen tanah, sekitar 97-98 % berupa N-organik dan 2-3 % berupa N-anorganik.

Menurut Yoshida (1981), produktivitas padi sawah lebih banyak ditentukan oleh kadar zat organik tanah. Dengan demikian, tanah-tanah yang berkadar bahan organik rendah perlu diupayakan tambahan pupuk organik dari pupuk bokashi atau kompos juga pupuk kandang agar status hara N, P, K tanaman cukup untuk menopang produktivitas yang tinggi.

Hasil analisis tanah juga menunjukkan bahwa kadar C-organik dan N-total tergolong rendah, sehingga pemberian pupuk nitrogen mutlak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman dalam menopang pertumbuhannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak terjadi interaksi antara perbedaan takaran aplikasi bokashi dengan aplikasi pupuk organik terhadap semua pertumbuhan dan hasil tanaman.
2. Perbedaan takaran aplikasi bokashi berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan saat 70 HST, jumlah malai per rumpun dan hasil GKG.
3. Perbedaan takaran pupuk anorganik berpengaruh terhadap jumlah anakan, jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi dan hasil GKG.
4. Aplikasi bokashi sebanyak 7 ton/ha pada pemberian pupuk anorganik 1½ dosis anjuran (n3j3) memperoleh hasil GKG tertinggi (9, 8 ton/ha) walaupun tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk anorganik sesuai dosis anjuran (n2) pada pemberian bokashi yang sama (7 ton/ha) yaitu sebesar 9,7 ton/ha.
5. Pupuk organik dapat mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik, ini dapat dilihat dari hasil tanaman padi yang mana pada pemberian pupuk organik yang sama (7 ton/ha) pemberian 1 ½ dosis anjuran tidak berbeda nyata hasilnya dengan pemberian pupuk anorganik 1 dosis anjuran.

Saran - Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang tinggi dalam usaha tani tanaman padi maka di lokasi ini bisa digunakan 7 ton/ha bokashi dengan pupuk anorganik sebanyak 135 kg/ha N N + 45 kg/ha P₂O₅ + 45 kg/ha K₂
2. Perlu penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh perbedaan takaran aplikasi bokashi dengan aplikasi pupuk anorganik terhadap tanaman padi pada saat musim hujan (MH) dan konsistensinya pada setiap musim tanam.

DAFTAR PUSTAKA

Abe J.P, Song Maung and J. Harada. 1995. *Root Growth of Padd Rice With Application of Organic Material as Fertilizer in Thailand*. Jarq 29 (2) P : 77 – 82.

- Adiningsih, Sri J. 1984. *Pengaruh beberapa faktor terhadap penyediaan kalium tanah sawah daerah Sukabumi dan Bogor*. Disertasi Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor.
- Arafah dan M. P. Sirappa. 2003. *Kajian Penggunaan Jerami dan Pupuk N, P, dan K pada Lahan Sawah Irigasi*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. BPTP Sulawesi Selatan. Vol 4 (1) pp 15-24
- Bambang, M.AS, 1988. *Pengaruh Jarak Tanam dan Pemupukan N terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah Varietas IR – 36 di darmaga Bogor*. Departemen Agronomi, IPB, Bogor. P : 42 – 45.
- Chaudhary, R. C. 2000. *Strategies for Bridging the Yield Gap in Rice ; a Regional Perspective for Asia*. (harrman Peticipatory Rural Depelopment Foundation. Shivur, Shahbajgan). Gorakhpur, India. Review Articles: 22-29.
- Cosico, W. C. 1985. *Organic Fertilizer. Their Natur, Persepective and Used*. Farming System and Soil Resource Institut. UPLB Laguna. Philippines. 136 p.
- Dobermann, A and T. Fairhurst. 2002. *Rice Nutrient Disorder and Nutient management*. Potash dan Phosphate Instute (PPI), Photah & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and IRRI. p: 32-37.
- Fagi, A. M. Dkk. 1990. “ *Efisiensi Pupuk pada Tannaman Pangan*”. Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V, Cisarua, 12-13 Nopember 1990. Hlm. 145-155.
- FAO, 1996. *Food Balance Sheet*. FAO Statistical Series 131. Rome.
- Ismunadji, M. *Et al.* 1975. “*Sulphur Deficieng in Lowland Rice in Java*”. Contr. Centr. Res. Inst. Agri. Bogor 14 : 1 – 17.
- Juliardi, I. 1995. “ *Evaluasi Tingkat Kesuburan Tanah dan Laju Pertumbuhan Padi pada Pemupukan Jangka Panjang*”. Laporan Intern. Sukamandi: Balittan.
- Kirk, G.J.D. 1996. “ *Roots and n Acquisition*”. 1996. In Strategic Research in Integrated Management Course(SRINM). 18 March-26 April 1996. IRRI. Philippines.
- Makarim, A. K. dkk. 1993. “ *Peningkatan Efisien dan Efektivitas Pemupukan N pada Padi Sawah Berdasarkan Analisis Sistem*”. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Puslitbangtan 3 : 675 – 681.
- Makarim, A. K., Irsal Las., A. M. Fagi., I. N. Widiarta dan D. Pasaribu. 2004. *Pedoman Bagi Penyuluh Pertanian. Padi Tipe Baru*. Budidaya dengan Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu. Penyunting: Hermanto Balitpa. Puslitbangtan. Badan Litbag Pertanian. P: 1-27.
- Ponnam Peruma, F. N. 1984. *Straw as a Source of Nutrients for Wetland Rice*. P: 117-136. In Organic Matter and Rice. IRRI, Philippines.

- Sumarno dan suyamto. 2007. *Jerami Padi : Pengelolaan dan Pemanfaatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Somartono. 1977. *Padi Sawah. Seri Pertanian Populer*. Jakarta. P : 17 – 22.
- Suparyono dan A. Setyono. 1997. *Padi Penebar Swadaya*, Jakarta.
- Surowinoto. 1982. *Teknologi Produksi Tanaman Padi Sawah dan Gogo*. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton, and J.L. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers. Fifth Edition*. MacMillan Publishing Company, New York.
- Toha, H. A.M. Fagi dan Pirngadi. 1984. *Pengembangan Pola Pertanamandalam Usaha Peningkatan Produksi Palawija di Jawa Barat*. Kelompok Kerja Pola Pertanaman Dinas Pertanian, Ghalia.
- Tuherkih, E., J. Wargiono, Zulhaida, dan N. Heryani. 1994. *Pemanfaatan Jerami Padi dan Pupuk NK terhadap Produktivitas dan Serapan Hara Ubi Jalar*. Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubi Jalar Mendukung Agroindustri. Edisis Khusus Balittan Malang. No. 3, p. 326-330.
- Venkataraman, A. 1984. *Development of Organik Matter-Based Agricultural System in South asia. Dalam: Organic Matter and Rice*. IRRI: 57-70.
- Vergara, B. S. 1990. *Bercocok Tanam Padi. Proyek Prasarana Fisik*, Bappenas. Jakarta.
- World Bank, 1998. *World Development Report*. The State and a Shanging World Oxford Univ, Press, Oxford. Yoshida, T. And B.C. Padre. 1974. “ Nitrification and Denitrification in Submerged Maahas Clay Soil”. *Soil Sci.*, 20(3): 241-247.
- Yoshida, T. 1978. *Microbial Metabolism in Rice Soils*. p. 445-463. *In Solis and Rice*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

