

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS
SAYURAN DATARAN TINGGI



BALAI BESAR LITBANG SUMBER DAYA LAHAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN



2013

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENINGKATAN PRODUKTIVITAS SAYURAN DATARAN TINGGI

PENANGGUNGJAWAB

Kepala Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian

PENYUNTING

Ladiyani Retno Widowati
Sukristiyonubowo
Ibrahim Adamy Sipahutar
A. Kasno
Joko Purnomo
Ali Asgar

REDAKSI PELAKSANA

Sri Erita Aprillani
Joko Purnomo

TATA LETAK

Didi Supardi

DITERBITKAN OLEH :

BALAI BESAR LITBANG SUMBER DAYA LAHAN PERTANIAN

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian

Telp./Fax (0251) 8323012, Fax (0251) 8311256

e-mail: csar@indosat.net.id

<http://www.bbsdlp.litbang.deptan.go.id>

2013

ISBN 978-602-8977-64-7

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian bertema Peningkatan Produktivitas Sayuran Dataran Tinggi dilaksanakan di Auditorium Ismunadji, Cimanggu, Bogor pada 17–18 Maret 2010, atas kerjasama Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) dengan University of Ghent-Belgia. Tujuan Seminar adalah mengkomunikasikan dan menyebarkan IPTEK hasil penelitian pengelolaan lahan sayuran dataran tinggi dalam upaya mendukung ketahanan pangan dan peningkatan daya saing produk pertanian Indonesia.

Makalah yang dipresentasikan dan diterbitkan dalam Prosiding Seminar Nasional Sayuran Dataran Tinggi ini agar dapat diketahui oleh berbagai pihak. Selain itu diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pengelolaan sumberdaya lahan dalam upaya peningkatan produktivitas sayuran di dataran tinggi untuk memenuhi kebutuhan dan meningkatkan pendapatan petani.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan berpartisipasi dalam seminar hingga terbitnya prosiding. Secara khusus ucapan terimakasih saya sampaikan kepada tim penyusun prosiding ini, semoga bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, September 2013
Kepala Balai Besar,

Dr. Muhrizal Sarwani, MSc.
NIP. 19600329 198403 1 001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
SAMBUTAN KEPALA BALAI BESAR LITBANG SUMBER DAYA LAHAN PERTANIAN	vii
RUMUSAN SEMINAR	ix
MAKALAH UTAMA	
NITROGEN EFFICIENCY IN INTENSIVE VEGETABLE PRODUCTION SYSTEMS IN CENTRAL AND WEST JAVA, INDONESIA	1
<i>Stefaan De Neve</i>	
SISTEM PENGELOLAAN LAHAN SAYURAN YANG BERSIFAT LUMINTU	7
<i>A. Dariah, W. Hartatik, dan Sri Rochayati</i>	
MAKALAH PENUNJANG KOMISI A	
STUDI KELAYAKAN ROTASI TANAMAN SAYURAN UNTUK MENEKAN PENYAKIT AKAR GADA (Studi Kasus di Desa Langensari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung)	21
<i>Titiek Maryati S dan Sri Murtiani</i>	
POTENSI DAN ADAPTASI TANAMAN SAYURAN DI LAHAN RAWA ...	31
<i>Maulia A. Susanti dan Koesrini</i>	
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS USAHA SAYURAN DI LAHAN KERING DATARAN TINGGI JAWA TENGAH	57
<i>Cahyati Setiani dan Retno Pangestuti</i>	
KONSERVASI LANSEKAP PERTANIAN LAHAN KERING BERBASIS SAYURAN MENDUKUNG PENGEMBANGAN AGROWISATA DI DATARAN TINGGI MERBABU	60
<i>Umi Haryati, Tati Budiarti, dan Afra D. Makalew</i>	
DEMONSTRASI AREAL PENGEMBANGAN KENTANG DI KABUPATEN SLEMAN D.I.YOGYAKARTA	88
<i>Sutardi, Mulyadi, Suparto, dan Subowo</i>	
USAHA TANAMAN KANGKUNG DI LAHAN KERING GUNUNGKIDUL DALAM RANGKA PEMANFAATAN WAKTU LUANG PADA MUSIM KEMARAU	96
<i>Murwati dan Supriadi</i>	
PENGARUH ZPT GIBERELIN (GA₃) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SELEDRI.....	103
<i>Nani Sumarni dan Gina Aliya Sopha</i>	

KAJIAN EKONOMIS ADAPTASI TEKNOLOGI BUDI DAYA KENTANG DI LERENG GUNUNG MERAPI.....	110
<i>Hano Hanafi dan Sutardi</i>	
PENGEMBANGAN DEMONSTRASI TRIAL KENTANG VARIETAS NADIA DI DAERAH GUNUNG MERAPI	118
<i>Arti Djatiharti dan Sutardi</i>	
PENGARUH PEMANGKASAN CABANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL DUA VARIETAS TANAMAN TOMAT (<i>Lycopersicum esculentum</i> Miil)	124
<i>Zulfadly Syarif, Muhsanati, dan Syofian Sofani</i>	
KAJIAN BEBERAPA JENIS PUPUK ORGANIK DALAM BUDI DAYA TANAMAN BAWANG DAUN PADA LAHAN DATARAN TINGGI DI KABUPATEN BANDUNG	128
<i>Endjang Sujitno dan Taemi Fahmi</i>	
PENGARUH SISTEM TANAM DAN VARIETAS TERHADAP PRODUKSI KENTANG DI KABUPATEN REJANG LEBONG	135
<i>Ahmad Damiri, Eddy Makruf, dan Tri Sudaryono</i>	
UJI APLIKASI PUPUK ORGANIK SEBAGAI KOMPONEN PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT) DENGAN INTRODUKSI BIOFERTILIZER PADA TANAMAN KENTANG	142
<i>Tri Martini</i>	
WILAYAH PRIMATANI KABUPATEN KERINCI SEBAGAI SALAH SATU MODEL PENGELOLAAN LAHAN POTENSIAL UNTUK PENGEMBANGAN KOMODITAS SAYURAN DATARAN TINGGI	152
<i>Suratman dan A. Kasno</i>	
KARAKTERISTIK MINERALOGI ANDISOL DARI BERBAGAI SIFAT DAN UMUR BAHAN INDUK	167
<i>Rina Devnita</i>	
PENGATURAN SISTEM TANAM UNTUK MENEKAN PENYAKIT VIRUS KUNING PADA TANAMAN CABAI DI DATARAN TINGGI LAMPUNG ...	171
<i>Nila Wardani</i>	
PENGARUH PERBEDAAN MUSIM PADA BUDI DAYA TOMAT DI DATARAN TINGGI MERBABU	178
<i>Fibrianty dan Mulyadi</i>	
PRODUKTIVITAS JAGUNG PADA BEBERAPA POLA PENJARANGAN UNTUK PAKAN TERNAK DI LAHAN KERING GUNUNG KIDUL	185
<i>Supriadi dan Setyorini Widyayanti</i>	

MAKALAH PENUNJANG KOMISI B

PENGELOLAAN HARA TANAH DAN PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI DALAM POLA TANAM SAYURAN DATARAN TINGGI DI KOPENG DAN BUNTU	193
<i>A.Kasno, Ibrahim A. S dan Achmad Rachman</i>	
DINAMIKA HARA N, P, K PADA POLA TANAM SAYURAN DI DATARAN TINGGI DIENG	201
<i>I.A. Sipahutar, L.R. Widowati, F. Agus</i>	
PHOSPHORUS BALANCE ON BROCCOLI YIELD PLANTED ON HIGHLY UPLAND AREA	211
<i>L. Anggria, A. Kasno, dan I.A. Sipahutar</i>	
PEMUPUKAN BERIMBANG TERHADAP TANAMAN CABAI PADA TANAH TYPIC HAPLUDANDS DI CIKEMBANG, SUKABUMI	218
<i>Joko Purnomo</i>	
PREDIKSI DAN TINGKAT BAHAYA EROSI PADA LAHAN USAHA TANI PEGUNUNGAN DI KABUPATEN TEMANGGUNG, JAWA TENGAH	229
<i>Husein Suganda dan Neneng L. Nurida</i>	
MODEL USAHA TANI SAYURAN DATARAN TINGGI BERBASIS KONSERVASI DI DAERAH HULU SUB DAS CIKAPUNDUNG (Studi Kasus: Lahan Pertanian Berlereng di Hulu Sub DAS Cikapundung, Kawasan Bandung Utara)	240
<i>Hendi Supriyadi, Nana Sutrisna, dan Santun R.P. Sitorus</i>	
PENYEDIAAN NITROGEN DARI PUPUK LEPAS LAMBAT DI TANAH ANDISOLS DAN ENTISOLS PADA BEBERAPA TINGKAT SUHU LINGKUNGAN	255
<i>Benito Heru Purwanto, Dja'far Shiddieq, Eko Hanudin, Nasih Widya Yuwono, Isti Sudaryanti, dan Setya Prabawa</i>	
THE EFFECT OF CALCIUM SILICATE ON THE PHOSPHORUS SORPTION CHARACTERISTICS OF ANDISOLS LEMBANG	264
<i>Arief Hartono</i>	
PENGARUH KOMBINASI TITHONIA (<i>Tithonia diversifolia</i>) DENGAN PUPUK KANDANG KOTORAN AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL VARIETAS TOMAT	274
<i>Warnita, Zulfadly Syarif, dan Novera Belinda</i>	
SISTEM USAHA TANI LABU SIAM BERBASIS KONSERVASI LAHAN DAN PERTANIAN BERKELANJUTAN	278
<i>Retno Pangestuti dan Cahyati Setiani</i>	

MEKANISME PUPUK FOSFOR DI TANAH ANDISOLS DATARAN TINGGI TERHADAP KANDUNGAN BIOAKTIF TITERPENOID DAN ASIATICOSIDA TANAMAN BIOFARMAKA	290
<i>Sutardi, Munif Ghulamahdi, Sandra Arifin Azis, dan Budi Martono</i>	
KAJIAN APLIKASI NITRIFICATION INHIBITOR PADA BUDI DAYA SAYURAN DATARAN TINGGI	304
<i>Suprihati</i>	
PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT MELALUI PENERAPAN PUPUK MAJEMUK LENGKAP ARGA AGRO A DI LAHAN DATARAN TINGGI	308
<i>Endjang Sujitno</i>	
AKTIVITAS FOSFATASE DAN KANDUNGAN P ANDISOLS SERTA HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS YANG DIPENGARUHI BAKTERI PELARUT FOSFAT	315
<i>Betty N. Fitriatin, Dedeh H. Arief, Tualar Simarmata, Dwi Andreas Santosa, dan Benny Joy</i>	
RESIDU PESTISIDA DI LAHAN SAYURAN DATARAN TINGGI DIENG .	328
<i>Poniman, Indratin, dan M.T. Sutriadi</i>	
PENGELOLAAN HARA P DAN K PADA PERTANAMAN SAYURAN DATARAN TINGGI DI KOPENG, JAWA TENGAH	337
<i>Ladiyani R. Widowati, A. Kasno, Joko Purnomo, dan Stefaan De Neve</i>	
JADWAL ACARA	347
DAFTAR PESERTA	352

SAMBUTAN
KEPALA BALAI BESAR PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA LAHAN PERTANIAN
PADA SEMINAR NASIONAL PENGELOLAAN SAYURAN DATARAN
TINGGI DI BOGOR

17-18 MARET 2010

Assalamu'alaikum W.W.

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,

Yang terhormat

1. Kepala Balai Penelitian Tanah
2. Prof. Stefaan De Neve, University Ghent
3. Pejabat Dinas Pertanian lingkup Propinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah
4. Para Pemakalah Utama
5. Saudara Nara Sumber dan Peneliti
6. Para Peserta Seminar, dan Undangan yang saya hormati,

Kita bersyukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan ridho-Nya, pada hari ini kita dapat berkumpul untuk membahas dan bertukar informasi tentang topik Pengelolaan Sayuran Dataran Tinggi melalui Seminar Nasional yang dilaksanakan Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian bekerjasama dengan Universitas Ghent di Auditorium Ismunadji.

Sasaran utama pembangunan pertanian 2010-2014 meliputi pencapaian empat sukses pertanian, yaitu: a) peningkatan produksi dan swasembada pangan berkelanjutan; b) diversifikasi pangan dan nilai gizi; c) peningkatan nilai tambah, daya saing dan ekspor; dan d) peningkatan kesejahteraan petani. Dalam kaitan ini, komoditas sayuran berperan penting sebagai sumber vitamin, serat, dan nilai gizi yang dapat meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Jika dikelola dengan baik, usaha tani sayuran dapat meningkatkan daya saing produk dalam perdagangan di pasar dalam dan luar negeri. Hal ini akan berdampak terhadap peningkatan pendapatan petani dan memperluas lapangan usaha bagi masyarakat pertanian.

Bapak dan Ibu Peserta Seminar,

Permasalahan utama sistem usaha tani sayuran dataran tinggi adalah tingginya penggunaan pupuk dan pestisida, serta budi daya pada lahan berlereng. Kondisi ini harus ditangani dengan tepat agar produksi dan kualitas sayuran terjaga dengan baik dan kelestarian lingkungan pertanian dapat dipertahankan. Masalah ini dapat dipecahkan melalui penerapan teknologi budi daya dan pengelolaan lahan dataran tinggi. Oleh karena itu, teknologi tersebut perlu didiseminasikan kepada berbagai pihak, termasuk melalui seminar nasional ini.

Saya memberikan apresiasi terhadap penyelenggaraan Seminar Nasional ini dalam upaya peningkatan produktivitas dan daya saing komoditas sayuran. Seminar ini diharapkan dapat menggali hasil penelitian dan informasi pengelolaan dataran tinggi bagi peningkatan produktivitas sayuran. Hasil penelitian tersebut diharapkan dapat disusun kedalam Paket Teknologi lahan untuk disebarluaskan kepada pengguna dan berbagai pihak yang berkecimpung dalam bidang pertanian.

Saya mengharapkan Seminar Nasional ini dapat menghasilkan rumusan inovasi teknologi mendukung Peningkatan Produktivitas Sayuran Dataran Tinggi. Kepada para peneliti, nara sumber, dan segenap panitia, saya ucapkan penghargaan dan terimakasih.

Wassalamu'alaikum waroohmatullohi wabarokaatuh.

Bogor, 18 Maret 2010
Kepala Balai Besar

Prof. Dr. Irsal Las, MS
NIP. 19500806 197903 1 006

RUMUSAN SEMINAR

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS SAYURAN DATARAN TINGGI

Bogor, 18 Maret 2010

Seminar Nasional ini dilaksanakan dalam upaya mendiskusikan dan menyebarluaskan hasil-hasil penelitian pengelolaan lahan sayuran dataran tinggi. Seminar membahas 38 makalah utama dan makalah pendukung dari Peneliti lingkup Badan Litbang Pertanian, Perguruan Tinggi, Lembaga Swadaya Masyarakat, dan Swasta, yang dihadiri oleh sekitar 200 peserta. Hasil seminar ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan dalam penyusunan kebijakan dan strategi Pengelolaan Pertanian Sayuran Dataran Tinggi.

Seminar Nasional ini berlangsung selama 2 hari dan menghasilkan rumusan sebagai berikut:

1. Sayuran merupakan komoditas yang mempunyai nilai ekonomi dan berperan besar dalam perekonomian usaha tani sayuran. Selain menyumbangkan pemasukan bagi produsen, usaha tani sayuran juga membantu penyediaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar, dan memerlukan saprodi yang dipasarkan oleh distributor atau kios. Dibandingkan dengan usaha tani tanaman pangan, usaha tani sayuran lebih banyak membutuhkan tenaga kerja. Akan tetapi, kendala budi daya sayuran dan risiko kegagalan panen lebih besar, terutama akibat serangan hama penyakit dan ketidakpastian musim, yang menyebabkan berfluktuasinya harga sayuran dan pendapatan petani.
2. Budi daya sayuran di setiap daerah mempunyai ciri khas dalam penyesuaian dengan iklim setempat dan preferensi terhadap jenis sayuran tertentu. Misalnya, Wonosobo dan Lembang dikenal sebagai sentra tanaman kentang, Kopeng dikenal dengan brokoli dan kembang kol, Karang Anyar dikenal sebagai sentra wortel, dan Sumowono dengan kubisnya. Kondisi tersebut menimbulkan sistem budi daya berdasarkan pengalaman yang dilengkapi dengan informasi dari penyuluh setempat. Usaha tani sayuran di dataran tinggi umumnya dilakukan pada daerah berlereng dengan jenis tanah Andisols atau Inceptisols dengan sifat yang

mudah diolah. Masukan teknologi budi daya sangat diperlukan untuk mencapai produktivitas optimum dan lestari.

3. Sampai saat ini sistem pertanaman sayuran dataran tinggi di Indonesia menggunakan pupuk dalam jumlah yang sangat tinggi dan melampaui kebutuhan tanaman. Petani di Wonosobo terbiasa memupuk tanaman kentang dengan 300-700 kg urea, 200-400 kg SP-36, dan 150-300 kg KCl ha⁻¹, ditambah dengan pupuk kandang ayam 30-70 t ha⁻¹ setiap musim. Secara garis besar dapat dinyatakan bahwa jumlah pupuk tersebut sangat berlebihan, yang menyebabkan ketidakseimbangan hara di tanah.
4. Antara pupuk makro N, P dan K, nitrogen merupakan pupuk yang paling banyak diaplikasikan. Pupuk nitrogen mempunyai sifat yang labil, mudah berubah bentuk menjadi gas (N₂, NO, N₂O, NH₃) dan mineral (NH₄, NO₃, NO₂), bergantung pada aktivitas mikroba, kadar air, dan temperatur. Pupuk nitrogen cenderung memberikan dampak negatif bila diaplikasikan secara berlebihan karena merupakan penyumbang gas rumah kaca (N₂O dan NH₃) dan mudah hilang akibat *leaching* (NO₃), sehingga perlu dikelola dengan baik untuk meningkatkan efisiensi dan menekan dampak negatif terhadap lingkungan.
5. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan sayuran dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap asupan serat dalam diet, budi daya sayuran terus berkembang pada lokasi dengan ketinggian medium (250–750 m DPL), kemudian ke dataran rendah (<250 m DPL) dan lahan rawa. Potensi ketiga area tersebut sangat besar, sehingga diperlukan pemilihan jenis tanaman yang sesuai dan produktif.

Dari kelima point tersebut, penggalan informasi teknologi yang telah tersedia dan pengembangan penelitian untuk menghasilkan teknologi yang mendukung sistem pertanian sayuran dapat dilakukan secara lintas sektoral. Hal ini diharapkan diperoleh paket teknologi yang mendukung program pemerintah dalam mencapai swasembada pangan, kelestarian lingkungan pertanian, dan menekan devisa untuk mengimpor bahan baku pupuk dan pestisida.

Bogor, Maret 2010
Tim Perumus,

Dr. Ladiyani R. Widowati, MSc
NIP. 19690303 199403 2 001

NITROGEN EFFICIENCY IN INTENSIVE VEGETABLE PRODUCTION SYSTEMS IN CENTRAL AND WEST JAVA, INDONESIA

Stefaan De Neve

Department of Soil Management, Universiteit Gent, Belgium

INTRODUCTION

Vegetable production in South East Asia is an economically very important sector that generates an income for millions of smallholder farmers and larger scale agricultural companies. Because of the large added value, vegetable production is often characterized by a very intensive input of both on farm (organic manures) and off-farm (agrochemicals) agricultural inputs. On the other hand, little scientifically based schemes of fertilization and crop protection exist, which often leads farmers to over-applying these agricultural inputs. This has lead to a reduction in general soil quality and excessive losses of nutrients to the environment, leading e.g. to eutrophication of natural waters. Overapplication of pesticides has had direct impacts on farmers and affects consumers' health, but also leads to resistance in plague organisms and a general decline in soil and water quality. There is an urgent need for more sustainable strategies of intensive vegetable production.

In this paper, we focus on the efficiency of nitrogen in intensive vegetable production systems and make some suggestions for alternative strategies for a more sustainable production system.

NITROGEN FERTILIZER

Nitrogen availability in soil is probably the single most yield determining factor in crop production in general, and certainly in intensive vegetable crop production. The soil nitrogen cycle is without any doubt the most versatile and complicated of the major nutrient cycling in soil. Mineralization of organic nitrogen provides mineral nitrogen (nitrate and ammonium) that can be directly taken up by the crop, and is a major process determining nitrogen availability in soil. Mineralization rates of up to 500 kg N ha⁻¹ y⁻¹ have been reported, exceeding even annual crop nitrogen uptake. The nitrogen cycle is characterized by the potentially very rapid conversion rates of one form of nitrogen into another. E.g. denitrification may lead to losses of several hundreds of kg of N ha⁻¹ d⁻¹ under ideal conditions. All this means that the nitrogen cycle should be managed carefully and with thorough knowledge of all processes in order to avoid losses to the environment. nitrogen losses to the environment have serious environmental

consequences, including acidifying and eutrophying depositions, emission of greenhouse gasses, eutrophication of ground and surface waters.

Vegetable production poses particular problems with respect to nitrogen management, for a number of reasons.

A number of vegetable crops has a very short growing period (e.g. lettuce, leafy cabbages, spinach) but a high nitrogen demand, which means that all nitrogen has to be taken up by the crop in a very short period (compared e.g. to rice, cassava).

Many vegetables have superficial rooting systems, that explore only the upper 20 or 30 cm of soil. All nitrogen to be taken up by the crop should therefore be concentrated in this superficial layer, while the nitrogen in deeper layers will not be taken up and may be prone to leaching in case of excess precipitation.

Many vegetables are harvested long before full physiological maturity, i.e. in the vegetative or early generative stages. Thus harvest period is at a moment when the plant is still taking up nitrogen very actively and in large quantities (sometimes > 5 kg nitrogen/ha/day). This is only possible when mineral nitrogen concentrations in soil are high up to the moment of harvest.

The color of leafy vegetables is often considered to be an important quality criterion. It is sometimes believed that consumers prefer dark green leafy vegetables rather than pale green ones. Dark green colors can only be achieved by high nitrogen concentrations in the leaves.

Vegetable fields receive regular and large doses of organic fertilization (composts, manures). Only a portion of the organic nitrogen contained in these manures will become available to the crop over the length of a growing season, the rest adding to the easily mineralizable soil nitrogen pool. Over the years, this results in a cumulative effect and typically yields soils with very large potential nitrogen mineralization rates.

The harvest index of vegetables (ratio of marketed product/total biomass production) is low, resulting in large amounts of crop residues with high nitrogen contents and which are easily mineralizable and add to the easily mineralizable soil nitrogen pool.

Finally, nitrogen fertilizer is still a relatively cheap input, and is viewed by many farmers as a “cheap” insurance against yield loss (“if it does not increase production, it will not damage production either”).

All these factors lead to typically very large nitrogen fertilizer inputs, large mineral nitrogen concentrations in soil and hence large potential nitrogen losses. However, data about the actual extent of nitrogen losses in vegetable production

are largely lacking. Within an ongoing collaborative project between University of Gent and ISRI “Nitrogen balances in vegetable production in Central-Java: a tool for improving nitrogen use efficiency for smallholder farmers”, funded by the Flemish Interuniversity Council-section University Development Cooperation (VLIR-UOS), we are studying the use of nitrogen balances to increase the nitrogen use efficiency in intensive vegetable production. The nitrogen balance is a simple approach that has been used in many countries in fertilizer advice systems. It allows to calculate the mineral fertilizer application to be given, taking into account the different components of the nitrogen cycle. The mineral nitrogen fertilization is given by:

$$\text{Mineral N fertilization} = \text{Crop N uptake} + \text{mineral N left in the soil at harvest} - \text{mineral N in the soil at planting/sowing} - \text{N mineralized from soil organic matter/organic materials}$$

This approach requires the measurement of a number of parameters, most importantly the amount of mineral nitrogen in the soil profile at the time of planting/sowing. An expert estimate of the nitrogen mineralization capacity and the nitrogen release from organic materials (or preferably measurements of these parameters) will further increase the accuracy of the estimated nitrogen fertilizer rate. However, this approach requires soil sampling and analysis, at a significant cost.

EFFICIENCY

In the above mentioned project, we have calculated the nutrient balances for three consecutive years in both farmers’ usual practice, and in an improved scenario where nitrogen fertilization had been reduced, and from this we have calculated nitrogen use efficiencies. An example of this is given in Table 1. Clearly nitrogen use efficiency is dramatically low with the common farmers’ practices, whereas it doubled in the improved practices. However, still with the reduced fertilizer rates, nitrogen efficiency remained low. The aim should be to reach a short term nitrogen use efficiency of at least 50%. The reduced fertilizer rates gave similar or even higher yields, and clearly demonstrate that current farmers’ practices are not sustainable and result in environmental damage and direct economic losses.

Obviously, crop production and sustainability is not only determined by nitrogen nutrition, but depends on many other factors. A further drastic increase of nitrogen use efficiency will only be possible when also other aspects are duly taken into account. One crucial aspect in this respect is the crop rotation, which should better respect the well known general rules of < 1/3 species of the same

family on the same plot, and $< 1/6$ of the same crop on the same plot. Another important aspect is the quality of the organic material that is used.

Table 1. Calculated short term (i.e. per growing season) nitrogen efficiency for farmers' practices (FP) and improved practices (IP) in Wonosobo district, Central Java.

Farmers ' name	Crop		Total N added (kg N ha ⁻¹)	% N efficiency
Sudarto	Cabbage	IP	310	26
		FP	849	12
	Potato	IP	415	19
		FP	602	15
	Leek	IP	403	21
		FP	415	7

The concept of soil quality is gaining increasing attention and importance, and encompasses both the classical chemical soil quality (nutrient availability and balance) and the physical and biological soil quality, which are tightly interlinked. Our hypothesis is that a soil with optimal quality will allow sustainable agricultural production at good yield levels, making application of agrochemicals less necessary.

In a case study of comparison of biological soil quality in intensive conventional and organic crop production, we found extreme differences in both enzyme activities and soil microbial community composition (Fig. 1 and Fig. 2). These differences reveal poor soil quality in the conventional soils. Moreover, there was a clear link with sustainability of the production system: the conventional fields showed decreasing production trends, despite ever increasing inputs. Yields on the organic fields were somewhat lower or comparable to the conventional fields, but without a decreasing trend.

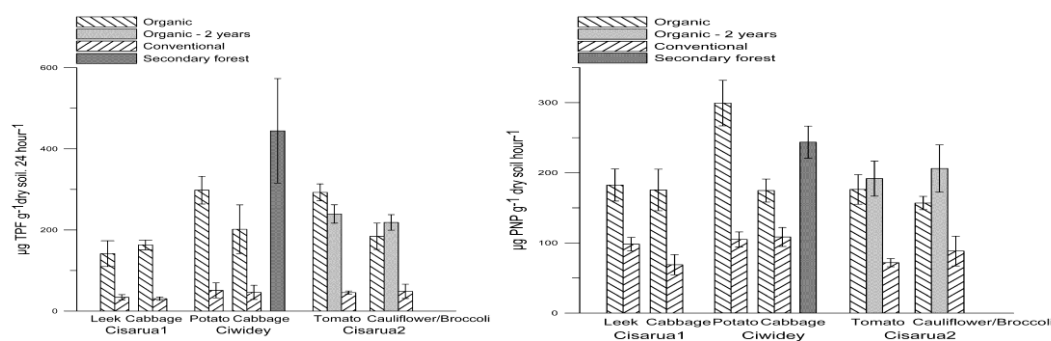


Fig. 1. Enzyme activities of dehydrogenase (left) and β -glucosidase (right) on conventional and organic vegetable fields and a secondary forest reference site.

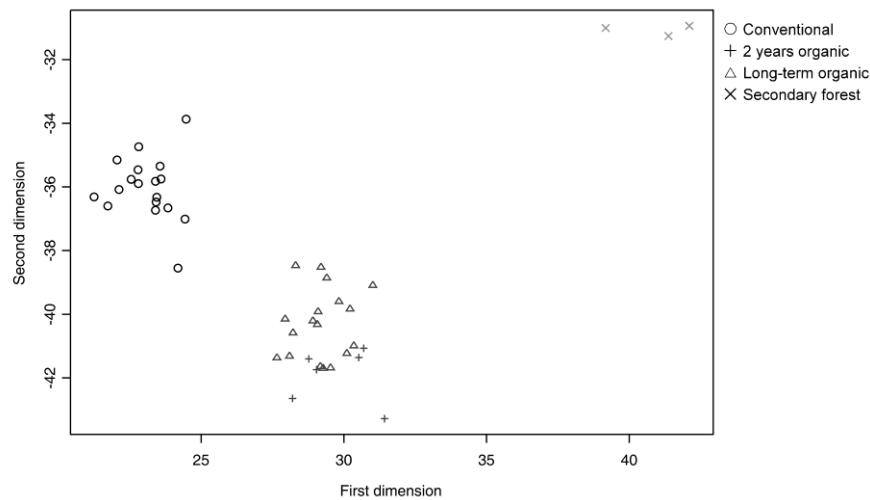


Fig. 2. Principal Component Analysis of signature fatty acids (PLFA analysis) of soil microbial community in conventional and organic vegetable fields

CONCLUSION

Nitrogen use efficiency in intensive vegetable production systems in Indonesia is generally very low. There is a lack of knowledge amongst farmers in order to reduce current excessive nitrogen fertilization rates. Simple instruments such as a nitrogen balance have been used in an ongoing project to reduce current fertilizer rates, thus increasing economic performance and reducing impacts on the environment. However, considering nitrogen cycling alone will not be sufficient to increase the nitrogen use efficiency drastically, because this also depends on other factors such as rotations and general organic matter management. Measurements of biological soil parameters on conventional and organic farms show that soil quality is very much reduced in conventional production systems, and that this has an impact on the sustainability of vegetable production. We are convinced that improving general soil quality is the most efficient and sustainable way for ensuring good vegetable yields in the future.

SISTEM PENGELOLAAN LAHAN SAYURAN YANG BERSIFAT LUMINTU

A. Dariah, W. Hartatik, dan Sri Rochayati

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Keuntungan yang didapat dari praktek usaha tani sayuran seringkali tidak diikuti oleh usaha untuk menjaga kualitas lahan agar tetap berproduksi secara optimum, dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Rata-rata penggunaan pupuk anorganik pada lahan sayuran dua kali lebih tinggi dibanding lahan pangan. Penggunaan pupuk yang tinggi, selain menyebabkan ketidakefisienan penggunaan input pertanian, juga dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan. Takaran pemupukan pada lahan sayuran hendaknya berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman serta target hasil. Penggunaan pupuk dapat berupa kombinasi pupuk anorganik, organik, dan hayati. Sistem pertanian organik pada lahan sayuran sangat berpeluang untuk dikembangkan. Selain berhubungan dengan permintaan terhadap produk organik yang semakin meningkat, harga yang relatif lebih tinggi, juga lebih bersifat ramah lingkungan. Penerapan teknik konservasi tanah harus menjadi bagian integral dari sistem usaha tani sayuran karena umumnya dilakukan pada areal dataran tinggi yang berisiko tinggi terhadap bahaya erosi. Menimbang besarnya risiko lingkungan yang dapat timbul dari praktek usaha tani intensif di dataran tinggi/pegunungan, maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah mengeluarkan Permentan No.47/Permentan/OT.140/10/2006, tentang Pedoman Umum Budi Daya Pertanian pada Lahan Pegunungan. Untuk memudahkan adopsi teknologi konservasi pada lahan sayuran, maka teknik konservasi yang dikembangkan umumnya merupakan penyempurnaan/perbaikan dari sistem pengelolaan lahan yang biasa dilakukan petani.

PENDAHULUAN

Suatu sistem usaha tani akan bersifat lumintu (berkelanjutan) jika secara ekonomi menguntungkan dan aman dari segi kelestarian lingkungan. Arsanti dan Boehme (2006) menyatakan bahwa sebagian besar usaha tani sayuran di Indonesia memiliki keunggulan kompetitif dan komparatif karena efisien secara finansial dalam pemanfaatan sumber daya domestik. Hasil penelitian Irawan *et al.* (2004) di DAS Kali Garang, Jawa Tengah dan DAS Citarum, Jawa Barat menyimpulkan bahwa pendapatan petani lahan sayuran 25-40 kali lebih besar dibanding petani tanaman pangan dan kebun campuran. Hasil penelitian di lokasi yang sama juga

menunjukkan bahwa hanya usaha tani sayuran yang mampu memenuhi kebutuhan hidup minimum pelaku usaha tani/petani (Nurida dan Dariah, 2006).

Keuntungan yang didapat dari praktek usaha tani sayur seringkali tidak diikuti dengan usaha untuk menjaga kualitas lahan agar tetap bisa memproduksi secara optimum dan tidak berdampak terhadap penurunan kualitas lingkungan. Yusdar *et al.* (2009) menyatakan bahwa salah satu tantangan lingkungan yang dihadapi pembangunan pertanian khususnya yang berbasis komoditas sayuran di dataran tinggi adalah kerusakan lahan garapan akibat erosi dan longsor. Usaha tani sayuran seringkali dituding sebagai kegiatan yang tidak ramah lingkungan karena banyak dilakukan pada lahan marginal yang didicirikan oleh kondisi lereng curam, curah hujan tinggi, tanpa tindakan konservasi yang memadai (Rachman dan Dariah, 2009).

Penggunaan input pertanian (pupuk maupun obat-obatan) pada lahan usaha tani sayur umumnya relatif tinggi dibanding usaha tani tanaman semusim lainnya. Hal ini selain berdampak pada ketidakefisienan pemanfaatan input pertanian, juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, karena input yang diberikan tidak termanfaatkan secara optimal, malah banyak yang hilang terbawa erosi dan *runoff*. Pemanfaatan obat-obatan yang juga tergolong tinggi selain dapat mencemari lingkungan juga dapat mengancam aspek keamanan pangan.

Naskah ini membahas sistem pengelolaan lahan sayuran untuk menuju sistem usaha tani yang bersifat lumintu. Aspek yang dibahas meliputi: sistem pengelolaan hara yang efisien dan dapat mendukung peningkatan produktivitas sayuran, teknik konservasi sebagai bagian integral dari usaha tani sayuran, dan peluang pengembangan sistem pertanian organik pada lahan sayuran.

SISTEM PENGELOLAAN HARA

Pengelolaan hara merupakan aspek penting untuk mendukung keberlanjutan semua bentuk usaha tani, karena selain akan menentukan tingkat keuntungan usaha tani, juga akan mendukung pemeliharaan kualitas tanah agar tetap dapat memproduksi dengan baik. Sistem pengelolaan hara berimbang dapat mendukung kedua tujuan di atas.

Sistem pengelolaan hara yang umum dilakukan petani sayur

Praktek pemupukan di tingkat petani sangat bervariasi, mulai dari input rendah sampai sangat tinggi. Untuk sistem dengan input tinggi, pupuk N diberikan pada tanaman sayuran lebih dari 500 kg urea ha⁻¹. Pupuk kandang, sumber lain dari unsur hara N, diberikan petani dalam jumlah tinggi; bisa lebih

dari 50 t ha⁻¹. Pupuk organik merupakan kebutuhan pokok tanaman sayuran dataran tinggi, untuk tanaman kentang biasanya petani menggunakan lebih dari 40 t ha⁻¹ kotoran sapi atau kotoran kuda per hektar per musim (Suwandi dan Asandhi, 1995). Takaran pupuk urea, ZA, TSP/SP-36, KCl atau NPK (15-15-15) pada sayuran dataran tinggi berkisar antara 1,5-2,0 t/ha, sedangkan untuk tanaman cabai dataran rendah dapat mencapai lebih dari 3 t ha⁻¹ per musim (Hidayat *et al.*, 1990). Seringkali suatu jenis unsur diberikan secara berlebihan sedangkan unsur lain diberikan kurang, sehingga efisiensi penggunaan pupuk menjadi rendah.

Pemberian pupuk dengan satu atau dua unsur yang berlebihan hanya berdasarkan kebiasaan atau rekomendasi dari produsen pupuk, tanpa memperhatikan rendah dan pencemaran lingkungan. Padahal penggunaan pupuk dan pestisida kimia kesuburan tanah dan kebutuhan hara tanaman, dapat menyebabkan produksi tanaman telah menjadi tumpuan bagi petani sayuran dalam meningkatkan produksi.

Kebiasaan petani melakukan pemupukan dan penggunaan pestisida secara berlebihan, juga dapat menyebabkan penurunan atau musnahnya beberapa biota tanah dan pencemaran lingkungan. Rotasi tanam sayuran yang berimbang (*balanced crop rotation*) dalam rangka pengendalian hama dan penyakit tanaman tertentu (*soil born disease*) perlu diperhatikan, misal akar gada (*club root*) pada kubis, layu pada kentang. Selain rotasi tanaman, untuk menekan penyakit akar gada juga disarankan untuk melakukan pengapuran untuk meningkatkan pH tanah sekitar netral.

Sistem pengelolaan hara berimbang pada lahan sayuran

Sistem pengelolaan hara berdasarkan konsep pemupukan berimbang merupakan penetapan rekomendasi pemupukan untuk mencapai tingkat ketersediaan hara esensial yang seimbang di dalam tanah dan optimum untuk meningkatkan produktivitas dan mutu hasil tanaman, efisiensi pemupukan, kesuburan tanah dan menghindari pencemaran lingkungan. Pemupukan berimbang berdasarkan uji tanah penting dilakukan agar pemupukan lebih efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan pupuk. Takaran pemupukan pada lahan sayuran hendaknya berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman serta target hasil.

Rekomendasi pemupukan pada tanaman sayuran masih ditetapkan secara umum, belum berdasarkan status hara tanah. Takaran pupuk yang digunakan belum mengacu pemupukan berimbang, sehingga takaran pupuk yang diberikan menjadi tidak rasional dan berimbang. Melalui uji tanah dapat ditetapkan batas kritis ketersediaan hara dalam tanah untuk memperoleh hasil yang optimal.

Penggunaan pupuk dapat berupa kombinasi pupuk anorganik, organik, dan hayati. Kaidah 5 tepat dalam pemupukan harus benar-benar dilaksanakan yaitu tepat jenis, tepat jumlah, tepat waktu, tepat lokasi, dan tepat cara. Dalam konsep pemupukan berimbang dianjurkan mengembalikan jumlah hara yang terangkut panen, sehingga kesuburan tanah dapat terjaga. Jika dilihat dari sisi jumlah hara yang diangkut tanaman sayuran, maka umumnya rekomendasi pemupukan N terlalu tinggi, sebaliknya pemupukan K terlalu rendah.

Pemupukan pada tanaman sayuran umumnya ditetapkan berdasarkan kebutuhan hara selama musim tanam atau total kebutuhan pupuk untuk setiap tanaman. Takaran pemupukan bervariasi untuk sayuran berumur >2 bulan berkisar antara 100–200 kg N, 50–180 kg P₂O₅, dan 50–150 kg K₂O per ha. Berdasarkan dinamika hara NPK dan umur fisiologis tanaman, maka aplikasi pupuk N untuk sayuran dimulai pada saat tanam hingga maksimum 2/3 umur tanaman. Pupuk P dan K diaplikasikan sebelum tanam atau sebagian diberikan sebelum fase vegetatif maksimum (Suwandi, 1988). Pemberian pupuk organik dan kapur nyata meningkatkan efektivitas dan efisiensi pupuk NPK serta meningkatkan hasil tomat, kentang, bawang merah dan cabai sebesar 15-30% (Hilman dan Suwandi, 1992).

Pengelolaan hara pada tanaman sayuran umumnya masih terfokus pada hara N, P, dan K, ke depan penggunaan hara makro sekunder dan hara mikro perlu dipertimbangkan. Pada budi daya sayuran yang intensif penggunaan hara makro sekunder seperti Ca, Mg, dan S, serta hara mikro (Cu, Zn dan B) untuk meningkatkan kualitas hasil perlu dilakukan. Gejala kekurangan hara Ca dan Mg pada beberapa jenis sayuran sudah mulai muncul, pada tanaman tomat dan kentang di sentra produksi sayuran dataran tinggi, kekurangan hara Ca dan Mg dapat menurunkan hasil 5-30%. Pemberian hara Ca dan Mg dari sumber dolomit dengan takaran 1,5 t ha⁻¹ nyata meningkatkan hasil sayuran serta mengatasi masalah kekurangan hara Ca dan Mg pada tanah Andisol di dataran tinggi (Suwandi, 1982, 1988).

SISTEM PERTANIAN ORGANIK

Sistem pertanian organik pada lahan sayuran sangat berpeluang untuk dikembangkan. Selain berhubungan dengan permintaan terhadap produk organik semakin meningkat dan harga yang relatif lebih tinggi, sistem pertanian organik juga lebih bersifat ramah lingkungan.

Sistem pangan organik didefinisikan sebagai kegiatan usaha tani secara menyeluruh sejak proses produksi (pra-panen) sampai proses pengolahan hasil (pasca-panen), yang bersifat ramah lingkungan dan dikelola secara alami (tanpa penggunaan bahan kimia sintetis dan rekayasa genetika), sehingga menghasilkan produk yang sehat dan bergizi (SNI No. 01-6729-2002).

Dalam SNI No. 01-6729-2002 berisi panduan tentang cara-cara budi daya pangan organik untuk tanaman pangan dan ternak, pengemasan, pelabelan, dan sertifikasinya. Dukungan pemerintah dalam hal teknologi, standarisasi, sertifikasi, dan pengawasan produk organik perlu terus diupayakan. Untuk itu Kementerian Pertanian telah mencanangkan program *Go Organic 2010*, dan menyiapkan perangkat peraturan dibidang standarisasi, sertifikasi, dan sosialisasi agribisnis pengembangan pertanian organik. Dengan diberlakukannya standar nasional untuk produk organik, maka konsumen produk pangan organik akan mendapatkan jaminan kepercayaan dan hukum dengan diberlakukannya sertifikasi dan pemberian label pada produk pangan organik.

Kebijakan pemerintah untuk mendukung pengembangan gerakan *Go Organic 2010* antara lain adalah: (a) menunjuk otoritas kompeten yaitu Setjen Kementerian Pertanian c.q. Pusat Standarisasi dan Akreditasi (PSA) dan (b). membentuk *Task Force* Pangan Organik yang terdiri atas pemerintah, swasta, pakar teknis, Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), Badan Standarisasi Nasional (BSN), Komite Akreditasi Nasional (KAN), perguruan tinggi, praktisi, petani/produsen dan konsumen. Tugas *Task Force* Pangan Organik adalah menyusun: (1) sistem pengawasan dan sertifikasi pangan organik; (2) sistem pelabelan pangan organik; dan (3) menyusun *national list* yang diijinkan sebagai input pertanian organik.

Penerapan sistem pertanian organik di Indonesia berlangsung secara selektif dan kompetitif serta akan berjalan seiring dengan program revolusi hijau yang bertujuan mempertahankan program ketahanan pangan nasional. Jenis komoditas dalam budi daya pertanian organik berkembang sesuai dengan permintaan pasar domestik maupun luar negeri. Produk organik yang beredar di pasaran saat ini terbatas pada kopi, sayuran, beras, daging ayam, telur, susu, apel, dan salak organik. Sedangkan tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan adalah tanaman perkebunan seperti teh, rempah dan obat, apel, salak, mangga, durian, manggis, kacang mete, dan kacang tanah (Setyorini *et al.*, 2003).

Teknologi pengelolaan hara pada sistem pertanian organik ikut mendorong terwujudnya kelestarian sumber daya lingkungan. Sistem pertanian organik merupakan sistem yang menerapkan teknologi ramah lingkungan dalam mencapai sistem pertanian yang lestari dan berkelanjutan untuk membangun kesuburan tanah jangka panjang.

Lahan yang sesuai untuk pertanian organik adalah lahan yang bebas dari pencemaran bahan agrokimia, baik dari pupuk maupun pestisida. Terdapat dua pilihan lahan: (1) lahan pertanian yang baru dibuka atau (2) lahan pertanian intensif yang telah dikonversi menjadi lahan pertanian organik. Lama masa konversi tergantung sejarah penggunaan lahan, pupuk, pestisida, dan jenis

tanaman. Masa konversi lahan minimal 2 tahun untuk tanaman pangan dan untuk tanaman tahunan sekitar 3 tahun.

Teknologi pengelolaan hara pada sistem pertanian organik dilakukan melalui daur ulang hara tanaman secara alamiah dalam peningkatan kesuburan biologis, fisik, dan kimia tanah. Teknologi tersebut dengan menerapkan pengembalian hara makro dan mikro yang terangkut panen dengan menambahkan pupuk organik dan sisa tanaman dari berbagai sumber bahan organik secara periodik ke dalam tanah, baik dalam bentuk pupuk hijau maupun kompos seperti kotoran ternak yang dikomposkan, serasah sisa tanaman, tanaman legum, pangkasan tanaman pagar, sampah organik dan hijauan *Tithonia diversifolia* yang banyak tersedia di sekitar lokasi kebun.

Untuk meningkatkan dan melengkapi jumlah dan jenis kadar hara dalam pupuk organik, dilakukan pengkayaan kompos dengan menggunakan beberapa bahan alami yang diperbolehkan dalam SNI Pangan Organik seperti dolomit, kapur, fosfat alam, dan abu sekam atau arang sekam. Selain itu bahan pengkaya yang diberikan sebelum proses pengomposan juga dapat mempercepat proses dan waktu pengomposan.

Penanaman tanaman legum sebagai penyedia hara N bagi tanaman, melalui pengikatan nitrogen bebas di udara oleh bakteri rhizobium yang berada dalam nodul akar tanaman. Tanaman legum ditata sebagai tanaman pagar (*hedgerow*) atau tanaman penutup tanah baik secara multikultur atau rotasi, tumpangsari dengan tanaman utama. Teknologi pertanian organik hendaknya mengintegrasikan ternak ayam, kambing atau sapi dalam kebun organik. Kotoran hewan dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik.

Formula pupuk organik yang baik adalah kombinasi antara pupuk kandang dan pupuk hijau dalam mencukupi kebutuhan hara tanaman sayuran. Secara umum pupuk kandang ayam memberikan kandungan hara yang lebih tinggi dan memberikan pengaruh yang lebih baik daripada sumber pupuk kandang lainnya, takaran optimal pupuk organik sebesar 25 t ha⁻¹ (Setyorini *et al.*, 2004).

Untuk lebih meningkatkan kadar hara dalam pupuk organik telah dicoba beberapa macam bahan pengkaya antara lain fosfat alam, dolomit, dan abu sekam. Umumnya tanaman sayuran jenis daun dan berumur pendek sekitar 1 bulan memerlukan bahan pengkaya yang cepat tersedia haranya untuk dimanfaatkan seperti dolomit dan fosfat alam. Sedangkan tanaman sayur jenis buah/umbi dengan umur relatif lama sekitar 3 bulan memerlukan bahan pengkaya yang lebih lambat tersedia seperti sekam. Sedangkan kompos *Tithonia* kadang-kadang mempunyai pengaruh yang buruk pada tanaman sayuran umur pendek/sayuran berdaun seperti peterseli dan selada melalui sifat *allelopathic*,

Berdasarkan hasil penelitian kompos *Tithonia* selain dapat digunakan sebagai sumber hara N dan K yang cukup tinggi, juga dapat digunakan sebagai pestisida nabati karena dapat berpengaruh mengurangi serangan hama dan penyakit.

Formula pupuk organik untuk sayuran umbi/buah (tomat dan bit) yaitu kombinasi pupuk kandang ayam/kambing 20 t ha⁻¹ yang diperkaya dengan *Tithonia diversifolia* 3 t ha⁻¹ dan abu sekam 0,25% (50 kg ha⁻¹), sedangkan untuk sayuran berdaun (selada dan caisim) formula pupuk organik yang sesuai yaitu pupuk kandang ayam 20 t ha⁻¹ yang diperkaya dengan dolomit 0,25% (50 kg ha⁻¹) dan fosfat alam 0,1% (20 kg ha⁻¹). Penggunaan pupuk hayati Mikroflora Tanah Multiguna (MTM) tidak nyata berpengaruh langsung terhadap produksi sayuran, namun memberikan keragaan pertumbuhan tanaman di lapangan yang lebih baik, selain itu diharapkan dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, serapan hara tanaman, dan efisiensi pemupukan.

TEKNIK KONSERVASI PADA LAHAN USAHA TANI SAYURAN

Seperti pada lahan kering tanaman semusim pada umumnya, tingkat aplikasi (penerapan) teknik konservasi pada lahan sayur tergolong rendah. Namun demikian, karena usaha tani sayur banyak dilakukan pada lahan marginal yang sangat berisiko terhadap bahaya erosi, maka rendahnya aplikasi teknik konservasi dapat menimbulkan dampak yang lebih parah. Oleh karena itu adanya anggapan bahwa sistem usaha tani sayuran tidak ramah lingkungan terkait dengan potensi bahaya erosi yang ditimbulkannya sulit untuk disangkal (Dariah dan Husen, 2006).

Penyebab rendahnya aplikasi teknik konservasi pada lahan usaha tani sayur adalah: (a) adanya keyakinan dari sebagian besar pelaku usaha tani sayuran bahwa aplikasi teknik konservasi dapat memicu berkembangnya penyakit pada tanaman sayur akibat drainase tanah yang buruk, (b) keengganan petani untuk menyisihkan bidang olah untuk aplikasi teknik konservasi; dan (c) diperlukan biaya tambahan untuk penerapan dan pemeliharaan bangunan/tanaman konservasi. Status kepemilikan lahan juga seringkali menjadi penghambat aplikasi teknik konservasi. Hasil studi di daerah Kopeng dan Pangalengan (Agus *et al.*, 2005) menunjukkan bahwa sekitar 40% petani menyatakan alasan tidak diterapkannya teknik konservasi adalah karena lahan yang digarap bukan berstatus milik (status sewa atau garap)

Teknik budi daya tanaman sayuran yang umum dilakukan petani

Usaha tani sayur banyak dilakukan pada dataran tinggi, karena sebagian besar komoditas sayuran tumbuh baik pada kondisi agroekosistem dataran tinggi. Jenis tanah yang banyak terdapat di dataran tinggi adalah Andisols. Dari

segi kepekaan tanah terhadap erosi, tanah Andisol tergolong tidak peka erosi jika masih dalam kondisi tidak jenuh. Tanah Andisol umumnya mempunyai porositas yang baik, sehingga peresapan air ke dalam tanah dapat berjalan dengan baik (Undang Kurnia *et al.*, 2004). Namun demikian, jika dalam kondisi sudah jenuh air, tanah Andisols berubah menjadi tanah yang sangat peka erosi, sehubungan dengan tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi ringan (debu), sehingga begitu terdapat aliran permukaan maka tanah akan mudah terangkut.

Sistem pengelolaan lahan yang banyak ditemui pada areal sayuran adalah bentuk bedengan searah lereng. Bentuk bedengan seperti ini ditujukan untuk memperlancar sistem pembuangan air, sehingga aerasi tanah tetap terjaga dengan baik. Namun demikian bentuk bedengan seperti ini tidak sesuai dengan kaidah konservasi, karena aliran permukaan akan dengan mudah terbentuk, sebagai akibat kesempatan air untuk meresap ke dalam tanah menjadi lebih kecil, aliran permukaan pada lahan dengan kondisi bedengan searah lereng juga akan berlangsung lebih cepat sehingga daya rusaknya menjadi lebih besar, yang berdampak pada peningkatan bahaya erosi. Hasil penelitian Erfandy *et al.* (2002) dan Suganda *et al.* (1997) menunjukkan erosi yang terjadi pada lahan sayuran dengan bedengan searah lereng berkisar antara 40-65 t ha⁻¹, jauh di atas batas erosi yang diperbolehkan.

Pada beberapa areal sayur ditemui petani yang telah mengaplikasikan teras bangku, namun kebanyakan teras bangku yang dibuat miring keluar. Hal ini juga ditujukan untuk memperlancar sistem pembuangan air, meskipun efektivitasnya dalam menahan erosi tidak sebesar teras dengan bidang olah lurus atau goler kampak.

Selain mengangkut tanah/sedimen aliran permukaan dan erosi juga mengangkut hara yang terkandung dalam pupuk dan bahan organik (Suganda *et al.*, 1997), yang mana pada lahan sayuran umumnya diberikan dalam takaran tinggi. Pupuk yang terangkut ke badan-badan air dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air dan pengkayaan sedimen. Pengkayaan sedimen dapat memicu terjadinya percepatan pendangkalan badan-badan air.

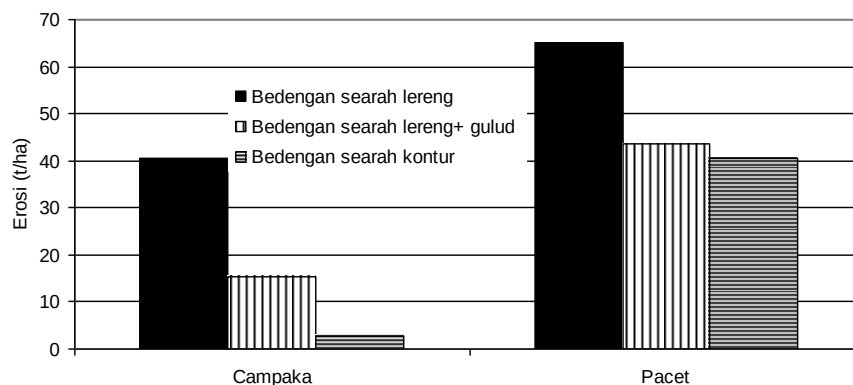
Teknik konservasi spesifik untuk lahan sayuran

Sebagian besar tanaman sayur sangat sensitif terhadap penyakit bila drainase tanah dalam kondisi buruk. Beberapa peneliti seperti Suzui (1984), Sumarna dan Kuswardini (1992) menyatakan perlunya menciptakan kondisi aerasi tanah yang baik pada pertanaman sayuran agar tidak membahayakan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu dalam memilih teknik konservasi hal ini perlu menjadi bahan pertimbangan.

Beberapa teknik konservasi spesifik untuk lahan sayuran, yang merupakan pengembangan atau perbaikan dari praktek pengelolaan lahan yang biasa dilakukan petani telah terbukti efektif menekan erosi dan aliran permukaan, di sisi lain dampak yang dikhawatirkan petani yakni terjadinya peningkatan serangan penyakit ternyata tidak terjadi. Beberapa teknik konservasi tersebut di antaranya adalah:

Guludan searah kontur di antara bedengan searah lereng

Beberapa pengalaman menunjukkan sangat sulit untuk merubah kebiasaan petani yang biasa melakukan penanaman sayuran dengan bedengan searah lereng. Dengan membuat guludan searah kontur di antara bedengan searah lereng ternyata mampu menurunkan erosi (Gambar 1) dan tindakan ini tidak menyebabkan terjadinya penurunan produksi tanaman sayur (Erfandy *et al.*, 2002; Suganda *et al.*, 1997).

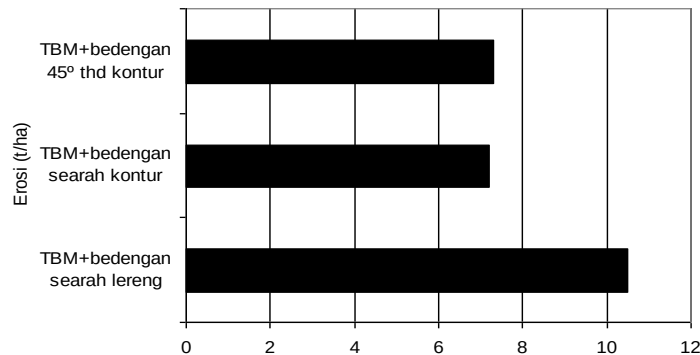


Gambar 1. Erosi yang terjadi pada lahan sayuran dengan beberapa sistem bedengan di Campaka, Cianjur (Erfandy *et al.*, 2002) dan Pacet, Cianjur (Suganda *et al.*, 1997)

Teras bangku

Di beberapa lokasi petani sayuran telah mengaplikasikan teknik konservasi teras bangku dengan bidang olah miring keluar. Meskipun bentuk teras yang dibangun belum ideal, namun erosi yang terjadi sudah relatif kecil yakni bisa mencapai $10,5 \text{ t ha}^{-1}$, dengan memperbaiki sistem bedengan dari searah lereng menjadi searah kontur atau miring 45° terhadap kontur maka erosi yang terjadi menurun sampai sekitar 7 t ha^{-1} (Gambar 2). Perubahan sistem bedengan pada teras bangku miring tidak menyebabkan terjadinya penurunan hasil sayuran (Haryati dan Kurnia, 2001). Oleh karena itu, sebetulnya kunci dari aplikasi teknik konservasi pada lahan sayuran adalah sistem pembuangan air harus tetap

diperhatikan. Sebagai salah satu contoh adalah kasus petani di Kopeng yang telah menerapkan teras bangku sempurna pada lahan sayurnya, ternyata berdasarkan pengalaman mereka tidak berdampak terhadap serangan penyakit asal sistem pembuangan air tetap dipelihara dengan baik (Dariah dan Husen, 2006).



Gambar 2. Erosi pada lahan sayuran dengan teknik konservasi teras bangku miring (TBM) dan berbagai variasi bedengan (Haryati dan Kurnia, 2001)

Teknik konservasi tanah vegetatif

Konservasi tanah secara vegetatif pada lahan sayuran selain merupakan alternatif teknik konservasi yang mempunyai prospek untuk dikembangkan, juga dapat ditujukan untuk lebih meningkatkan efektivitas teknik konservasi mekanik. Sebagai salah satu contoh peningkatan efektivitas guludan dalam menahan erosi dapat dilakukan dengan menanam tanaman penguat gulud. Jenis tanaman konservasi yang dipilih adalah tanaman yang tidak menimbulkan naungan dan tidak menjadi gulma. Suganda *et al.* (1997) menggunakan tanaman katuk atau tanaman cabai sebagai penguat gulud. Penanaman tanaman yang tergolong *cash crop* dapat menanggulangi dampak negatif dari pembangunan gulud terhadap pengurangan bidang olah, yakni dengan tetap memanfaatkan gulud sebagai bidang pertanaman. Jika petani mempunyai ternak, gulud juga dapat diperkuat dengan rumput pakan ternak. Hasil penelitian Suganda *et al.* (2007) di Temanggung, Jawa Tengah menunjukkan bahwa gulud yang diperkuat dengan tanaman rumput dapat menekan erosi yang terjadi pada areal sayur, menjadi sekitar 7 t ha⁻¹. Penanaman tanaman pakan sebagai bagian dari tindakan konservasi tanah juga dapat mendukung usaha integrasi ternak dalam sistem usaha tani. Di beberapa lokasi tanaman rumput sering digunakan sebagai batas petakan, karena pada areal sayur yang tanahnya didominasi tanah Andisol, petakan menjadi mudah rusak jika tidak diperkuat tanaman rumput.

Tanaman konservasi yang ditanam sebagai pencegah erosi juga dapat dipilih dari jenis tanaman legum perdu yang dapat menjadi sumber pupuk organik. Sumber pupuk organik pada usaha tani sayuran sangat diperlukan, apalagi jika sistem yang dikembangkan merupakan sistem pertanian organik.

Tindakan konservasi secara vegetatif dapat mengurangi beban biaya aplikasi teknik konservasi. Dibanding teknik mekanik, biaya yang dibutuhkan untuk aplikasi teknik konservasi vegetatif jauh lebih kecil. Bidang olah yang tersita sebagai akibat penerapan teknik konservasi vegetatif juga relatif rendah. Beberapa kelemahan dari teknik konservasi secara vegetatif di antaranya adalah persaingan dalam pemanfaatan sinar dan unsur hara. Oleh karena itu dalam memilih jenis tanaman konservasi aspek tersebut perlu dipertimbangkan, yakni untuk menghindari efek naungan dipilih tanaman yang dapat dipangkas dan tumbuhnya tidak terlalu tinggi, sedangkan untuk menghindari persaingan dalam penggunaan hara maka dipilih jenis tanaman dengan bentuk perakaran vertikal.

Pedoman umum pertanian pada lahan pegunungan

Menimbang besarnya risiko lingkungan yang dapat timbul dari praktek usaha tani intensif di dataran tinggi/pegunungan, maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah mengeluarkan Permentan No. 47/Permentan/OT.140/10/2006, tentang Pedoman Umum Budi daya Pertanian pada Lahan Pegunungan. Lahan pegunungan dalam pedum ini dimaksudkan sebagai lahan pertanian atau kehutanan yang berada pada ketinggian >350 m dpl. Lahan pegunungan juga dapat diidentikkan sebagai lahan dataran tinggi. Lahan usaha tani sayuran erat hubungannya dengan lahan pegunungan atau dataran tinggi, karena sebagian besar komoditas sayur tumbuh baik di agroekosistem ini.

Pedum ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran umum tentang cara berusaha tani yang baik dan berbagai alternatif teknik pengendalian longsor dan erosi. Pedum ini diharapkan dapat dijadikan acuan oleh pengguna lahan, penyuluh, dan pengambil kebijakan dalam perencanaan dan pelaksanaan budi daya pertanian di lahan pegunungan atau dataran tinggi. Pedum ini juga dapat dijadikan sebagai dasar penyusunan petunjuk teknis (prosedur operasional baku) selanjutnya.

PENUTUP

Penggunaan pupuk daya takar tinggi pada lahan sayuran selain tidak efisien, juga dapat menjadi sumber pencemar lingkungan. Takaran pemupukan pada lahan sayuran hendaknya berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman serta target hasil. Penggunaan pupuk dapat berupa kombinasi pupuk anorganik, organik, dan hayati. Sistem pertanian organik pada lahan sayuran

berpeluang untuk dikembangkan. Selain berhubungan dengan permintaan terhadap produk organik yang semakin meningkat dan harga yang relatif lebih tinggi, juga lebih bersifat ramah lingkungan dibanding sistem konvensional. Namun demikian, penerapan teknik konservasi tanah harus tetap menjadi bagian integral dari sistem usaha tani sayuran, karena usaha tani sayuran umumnya pada dilakukan lahan marginal yang berisiko tinggi terhadap bahaya erosi.

Jenis Teknik konservasi lahan sayuran bersifat spesifik, selain efektif menahan erosi dan aliran permukaan, juga harus tetap dapat menjaga kondisi aerasi tanah. Untuk memudahkan adopsi teknologi konservasi pada lahan sayuran, maka teknik konservasi yang dikembangkan umumnya merupakan penyempurnaan/perbaikan dari sistem pengelolaan lahan yang biasa dilakukan petani. Menimbang besarnya risiko lingkungan yang dapat timbul dari praktek usaha tani intensif di dataran tinggi/pegunungan, maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah mengeluarkan Permentan No. 47/Permentan/OT.140/10/2006, tentang Pedoman Umum Budi daya Pertanian pada Lahan Pegunungan. Pedum ini dapat dijadikan dasar dalam penyusunan petunjuk teknis oleh instansi terkait di daerah. Sehingga Institusi yang berwenang dan terlibat dalam fasilitasi pengelolaan lahan pegunungan seyogyanya mempunyai persepsi yang sama tentang sistem usaha tani konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsanti, I.W. dan M. Boehme. 2006. Sistem usaha tani tanaman sayuran di Indonesia: Apresiasi multifungsi pertanian, ekonomi, dan eksternalitas lingkungan: Studi kasus di Dataran Tinggi Jawa dan Sumatera. hlm 195-230 *dalam* Prosiding Seminar Multifungsi da Revitalisasi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. MAFF Japan, ASEAN Secretariat. Jakarta.
- Dariah, A. dan E. Husen. 2006. Optimalisasi multifungsi pertanian pada usaha tani berbasis tanaman sayuran. hlm. 263-278 *dalam* Prosiding Seminar Multifungsi da Revitalisasi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. MAFF Japan, ASEAN Secretariat. Jakarta.
- Erfandi, D., U. Kurnia, dan O. Sopandi. 2002. Pengendalian erosi dan perubahan sifat fisik tanah pada lahan sayuran berlereng. hlm. 277-286 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Pupuk: Buku II. Cisarua-Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Haryati, U. dan Undang Kurnia. 2001. Pengaruh teknik konservasi terhadap erosi dan hasil kentang (*Solanum tuberosum*) pada lahan budi daya

- sayuran. hlm. 207-219 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Buku II. Cisarua-Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Hidayat, A., Yusdar Hilman, N. Nurtika, and Suwandi. 1990. Result of Lowland Vegetable Research. Proceedings of the National Vegetable Workshop. Lembang. p. 55-68.
- Hilman, Y. dan Suwandi. 1992. Pengaruh takaran N, P, dan K terhadap pertumbuhan, hasil, perubahan ciri kimia tanah dan serapan hara tanaman cabai. Bull. Penel. Hort. 18 (1): 107–116.
- Hilman, Y., E. Sofiyati, Kusmana, M. Ameriana, dan R.S. Basuku. 2009. Arah dan strategi penelitian kentang dalam mendukung ketahanan pangan dan kelestarian lingkungan. *dalam* Peningkatan Produktivitas Kentang dan Sayuran Lainnya dalam Mendukung Ketahanan Pangan Perbaikan Nutrisi, dan Klestarian Lingkungan. Prosiding Seminar nasional Pekan kentang 2008. Lembang 20-21 Agustus 2008. ACIAR. Balitsa. Puslitbang Hortikultura. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Rachman, A. dan A. Dariah. 2009. Pengelolaan Tanah Terpadu lahan sayuran di pegunungan. *dalam* Peningkatan Produktivitas Kentang dan Sayuran Lainnya dalam Mendukung Ketahanan Pangan Perbaikan Nutrisi, dan Klestarian Lingkungan. Prosiding Seminar nasional Pekan kentang 2008. Lembang 20-21 Agustus 2008. ACIAR. Balitsa. Puslitbang Hortikultura. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Setyorini, D., Subowo, dan Husnain. 2003. Penelitian Peningkatan Produktivitas Lahan Melalui Teknologi Pertanian Organik. Laporan Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif. (tidak dipublikasikan)
- Setyorini, D., W. Hartatik, Husnain dan S.Widati. 2004. Penelitian Teknologi Pertanian Organik. Laporan Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif. (tidak dipublikasikan)
- Suganda, H., M. S. Djunaedi, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh cara pengendalian erosi terhadap aliran permukaan, tanah tererosi, dan produksi sayuran pada Andisols. Jurnal Tanah dan Iklim 15: 38-50.
- Suganda, H., A. Dariah, dan N.L. Nurida. 2007. Konservasi tanah untuk lahan usaha tani berbasis sayuran di Temanggung. Program Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI). Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian.

- Suwandi dan A.A. Asandhi. 1995. Pola usaha tani berbasis sayuran dengan berwawasan lingkungan untuk meningkatkan pendapatan petani. hlm. 13-28 *dalam* Pros. Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran. Lembang.
- Suwandi, 1988. Effect of mulching and planting distance of Talaut variety of Chinese cabbage. Bull. Penel. Hort. 16 (2): 26-33.
- Suwandi. 1982. Effects of dolomite application on tomato, potato and bean grown in highland areas of Lembang. Bull. Penel. Hort. 9 (4): 7-16.
- Suzui, T. 1984. Ecology of phytophthora diseases in vegetable crops in Japan. *In* Soilborne Crop Diseaseas in Asia. Food and Fertilzer Technology Center for the Asian and Fasific Region 26:137-148.
- Undang Kurnia, H. Suganda, D. Erfandi, dan H. Kusnadi. 2004. Teknologi Konservasi Tanah pada Budi daya Sayuran Dataran Tinggi. *dalam* Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Pertanian Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.

STUDI KELAYAKAN ROTASI TANAMAN SAYURAN UNTUK MENEKAN PENYAKIT AKAR GADA

(Studi Kasus di Desa Langensari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung)

Titiek Maryati S dan Sri Murtiani

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Jawa Barat

PENDAHULUAN

Jawa Barat merupakan salah satu provinsi produsen utama sayuran di Indonesia, untuk itu perhatian terhadap peningkatan produksi sayuran perlu mendapat perhatian. Peningkatan produktivitas usaha tani merupakan salah satu strategi dasar untuk memacu produksi pertanian dalam rangka memenuhi permintaan yang semakin meningkat. Produksi konsumsi sayuran dan buah-buahan di Indonesia akan meningkat rata-rata 3,9% per tahun selama periode tahun 1995–2010. Untuk memenuhi proyeksi produksi tersebut, diperlukan adanya peningkatan areal tanam sebesar 3,8% per tahun. Pilihan lain yang dapat ditempuh adalah melalui usaha peningkatan produktivitas atau hasil per satuan luas yang dilakukan dengan budi daya tanaman secara intensif, pengaturan pola tanam dan pengendalian hama terpadu (PHT).

Potensi luas lahan dataran tinggi (ketinggian tempat > 700 m dpl) di Provinsi Jawa Barat cukup besar, yaitu meliputi sekitar 45% dari seluruh lahan yang ada. Pengembangan lahan dataran tinggi yang paling sesuai adalah dengan menanam komoditas sayuran. Sayuran yang biasa diusahakan oleh petani Kab. Bandung, khususnya Kec. Lembang adalah kubis, kentang, selada, buncis, tomat dan jagung. Komoditas sayuran khususnya kubis, sudah sejak lama diusahakan oleh petani Lembang secara monokultur. Dalam perkembangannya daerah Lembang dianggap sebagai sentra dan acuan bagi petani kubis di daerah lain. Hal ini terlihat tidak saja dari kontribusinya terhadap produksi kubis secara nasional, tetapi juga dari tingginya permintaan terhadap komoditas kubis.

Kubis (*Brassica oleracea var. capitata*) merupakan salah satu sayuran daun yang populer di Indonesia dan banyak diusahakan oleh petani sayuran di dataran tinggi yang merupakan sentra produksi sayuran. Di Jawa Barat, khususnya Lembang, kubis umumnya diupayakan terus menerus sepanjang musim selama ketersediaan air cukup.

Penerapan usaha tani yang intensif untuk memacu produktivitas tanaman tanaman yang tinggi dengan mutu yang baik, tetap merupakan faktor penentu utama keberhasilan. Di lain pihak, kondisi iklim yang cocok dan pengelolaan

yang tepat untuk keberhasilan tanaman serta penerapan kultur teknis tanaman di lapangan merupakan hal yang perlu diperhatikan.

Permasalahan utama petani di Lembang dalam budi daya tanaman kubis adalah adanya serangan penyakit bengkak akar atau nama lainnya akar gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor (Gambar 1). Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman kubis serta pengendalian bengkak akar adalah melalui pendekatan pola tanam dengan rotasi/pergiliran tanam.



Gbr. 1. Penyakit akar gada pada tanaman kubis umur 25 hst.

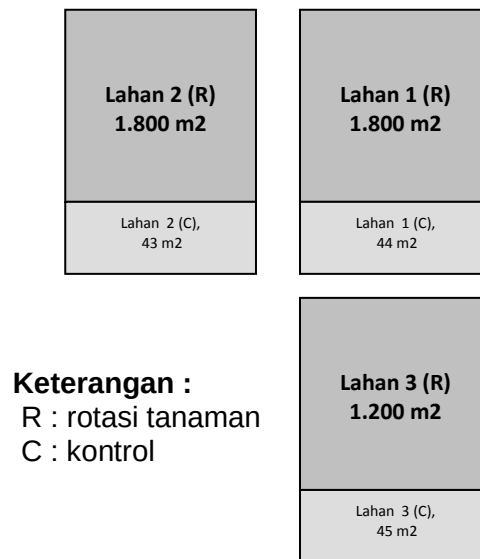
METODOLOGI

Pengkajian dilaksanakan di Desa Langensari, Kec. Lembang, Kab. Bandung pada bulan Februari Tahun 2004 sampai dengan bulan Juni Tahun 2005. Unit pengkajian dikembangkan di lahan petani dalam satu hamparan pada kelompok tani Sari Mukti sebagai petani kooperator.

Teknologi introduksi dilaksanakan pada lahan petani, dengan 2 petani pelaksana yang mengintroduksi rotasi tanaman selama 18 bulan (1,5 tahun) masing-masing pada lahan seluas 0,18 ha dan 0,30 ha (Gambar 2). Masing-masing lahan dibagi dua bagian, lahan pertama diterapkan dengan rotasi tanaman dan lahan kedua sebagai kontrol. Lahan kontrol ditanami terus dengan tanaman kubis selama pengkajian. Variasi rotasi tanaman untuk menekan/mencegah penyakit akar gada adalah dengan menerapkan teknologi rotasi tanaman sayuran yang dikembangkan oleh proyek JIRCAS, karena kegiatan ini bekerjasama antara BPTP Jawa Barat dengan JIRCAS.

Pembinaan terhadap kelompok tani dilakukan setiap dua minggu sekali. Selain pembinaan teknis, juga disebar media informasi dalam bentuk liptan dan diakhir kegiatan dilakukan temu lapang dengan mengundang petani anggota

kelompok Sari Mukti dan petani sekitar, koordinator penyuluh, dan penyuluh se kecamatan Lembang, Dinas Pertanian Kab. Bandung, peneliti dari Balitsa serta peneliti dan penyuluh BPTP Jawa Barat. Pada temu lapang petani pelaksana pengkajian, mengungkapkan pengalamannya tentang proses dan hasil yang telah dilaksanakan. Pada akhir temu lapang petani juga diberi kuesioner tentang tanggapan petani terhadap teknologi yang diintroduksi dan evaluasi terhadap pelaksanaan temu lapang.



Gambar 2. Lokasi lahan pengkajian

Diharapkan pada musim selanjutnya petani kooperator dan non kooperator dalam kelompok tani binaan melaksanakan dan menerapkan sistem rotasi tanam yang telah diintroduksi.

Pengamatan dilakukan setiap minggu sekali oleh penyuluh dan petani pelaksana. Data yang diambil meliputi biaya sarana produksi, tenaga kerja, penerimaan, produksi, dan penyakit akar gada. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif (Siegal, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik lokasi

Kecamatan Lembang terdiri atas 16 desa, 40 dusun dengan 27 kelompok tani. Luas wilayah Kec. Lembang adalah 10.637,945 ha yang terbagi dari lahan sawah 20 ha, tegal/kebun 4.367,701 ha, kolam 8,5 ha, hutan negara 4.041,083 ha, perkebunan 150 ha, bangunan dan pekarangan 2.077,661 ha. Keadaan topografi terdiri atas daerah datar, bergelombang sampai berbukit, sehingga diklasifikasikan menjadi 30% daerah bergelombang, 50% berbukit, dan 20% datar. Ketinggian tempat 900–1.300 m dpl dengan jenis tanah latosols dan andisols. Temperatur udara rata-rata 22° dan keadaan iklim termasuk golongan C2 menurut sistem B Oldeman.

Pada umumnya lahan pertanian di Kec. Lembang, memanfaatkan air hujan, sedangkan air irigasi (sungai) hanya sekitar 30% dari luas lahan. Beberapa sungai yang dapat di dimanfaatkan untuk pengairan diantaranya: Sungai Ciawiruka, Cipanengah, Ciputri, Citamiang, Cihanura, Cikukang, Cibodas, dan Cikapundung (Programa BPP Lembang, 2004).

Pola Tanam sayuran

1. *Tanam dan pola tanam existing*

Pola tanam yang umum diusahakan di wilayah Kec. Lembang, adalah: kubis–buncis/jagung/caisin–kubis/kentang atau kubis–buncis–jagung/ubi jalar atau bunga kol–buncis–bunga kol/jagung/ubi jalar. Tanaman jagung atau ubi jalar ditanam pada waktu menjelang musim kemarau, karena tidak memerlukan banyak air dan perawatan yang intensif. Bila mulai musim kemarau, maka tanaman jagung dipanen muda sebagai *baby corn*.

Sistem pertanaman yang banyak diminati petani pada setiap musimnya adalah sistem pertanaman tumpangsari dan monokultur. Adapun sistem tumpangsari (70%) yang berkembang adalah: kubis+selada atau buncis+selada, sedangkan untuk sistem monokultur (30%) adalah: kubis, jagung, ubi jalar, dan kentang.

2. *Pola tanam introduksi*

Petani kooperator sebanyak 2 (dua) orang dengan latar belakang berpendidikan SD dan Nandang berpendidikan SMA, masing-masing mempunyai pengalaman berusaha tani 20 tahun dan 4 tahun. Kedua petani tersebut melaksanakan introduksi rotasi pola tanam sayuran pada lahan masing-masing seluas 0,18 ha dan 0,5 ha. Pola tanam sayuran yang biasa diusahakan oleh petani di Desa Langensari, Kec. Lembang adalah kubis dan selada atau buncis

dan selada (Gambar 3). Sedangkan pola tanam pengkajian yang diintroduksi untuk pengendalian penyakit akar gada adalah dengan strategi rotasi tanaman. Dengan rotasi tanaman yang tidak sefamili dengan tanaman kubis-kubisan akan memutus siklus/mata rantai hama dan penyakit. Strategi introduksi rotasi tanaman sayuran, sebagai berikut: kubis–jagung–kentang–kubis atau buncis–jagung–kubis. Untuk tanaman yang ditumpangsarikan diupayakan jangan tanaman yang sefamili dengan tanaman kubis-kubisan.

Dari hasil pola tanam pengkajian pada tanaman kubis yang dilakukan secara rotasi, 10-25% terserang penyakit akar gada, sedangkan pada lahan sebagai kontrol 75-85 % terserang penyakit akar gada.

Selain pengkajian rotasi tanam yang dilakukan pada 2 petani anggota kelompok tani Sari Mukti, pada seluruh anggota kelompok juga telah dilakukan survey melalui wawancara tentang tanggapan mereka, media yang sesuai dan diminati dalam penyebaran informasi inovasi teknologi pertanian, dalam bentuk liptan dan brosur. Tanggapan mereka, 87,2% menyukai dalam bentuk liptan, karena praktis dan mudah dibawa, sedangkan 65,8% menyukai dalam bentuk brosur. Berdasarkan, survey tersebut kegiatan kerjasama antara BPTP Jawa Barat dengan JIRCAS ini telah membuat dan menyebarkan liptan dengan judul: Sistem Rotasi Tanam sebagai Pengendalian Penyakit Akar Gada (*Plasmadiophora brassicae* Wor). Dalam liptan tersebut dijelaskan tanda-tanda penyakit akar gada dan upaya pencegahan serangan penyakit akar gada, melalui: (1). pengaturan pada lahan dengan rotasi tanaman untuk menekan perkembangan *P. Brassicae*; (2). melakukan seleksi dan sumber bibit yang media tanamnya belum tercemar (belum pernah terjangkit penyakit akar gada); (3). menjaga kebersihan atau sanitasi di lahan dengan cara menjaga tanaman dari gangguan gulma dan saluran air (tidak terjadi genangan terutama pada musim hujan); dan (4). membuang segera tanaman kubis yang sudah terserang penyakit akar gada. Rotasi tanaman (*crop rotation*) sebagai salah satu sistem pertanaman merupakan salah satu metode yang efektif untuk mengendalikan penyakit yang berasal dari tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang tidak mengalami rotasi mengalami penyakit akar gada paling tinggi. Hal ini seperti diuraikan pada Tabel 1.

Hasil pengkajian memperlihatkan, bahwa dengan melakukan rotasi tanaman dengan tanaman yang tidak satu famili, merupakan salah satu upaya dalam menekan perkembangan penyakit akar gada. Sehingga petani kooperator dan non kooperator terutama di kelompok Sari Mukti dapat menerapkan pola rotasi tanaman yang telah diintroduksi, selain juga harus memperhatikan kondisi curah hujan atau ketersediaan air yang sesuai dengan lokasi setempat.

Tabel. 1. Persentase kerusakan tanaman yang dirotasi dengan yang tidak dirotasi

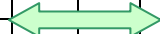
No.	Rotasi tanaman	Tingkat kerusakan tanaman kubis
1.	Kubis–kubis–kubis–kubis	83%
2.	Kubis–wortel–kentang	26%
3.	Kubis–kentang–wortel	28%
4.	Kubis+bawang wortel+tomat–kentang+tomat–kubis+jagung wortel+bawang	3%

Sumber: Mitate Yamada, JIRCAS 2004

Waktu bera (pengosongan tanaman di lahan pertanian) yang dilakukan dengan waktu relatif pendek, tidak atau kurang mampu memutus siklus penyakit akar gada.

Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agus.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.	Jan.	Peb.	Maret	April	Mei	Juni
Kubis					Jagung Manis			Bera	Kentang				Kubis			
																

Rotasi I (Bapak Didi)

Fe b	M ar	A pr	M ei	Ju n	J ul	A gt	Se p	O kt	N ov	D es	Ja n	Fe b	M ar	A pr	M ei	Ju n
																
Kubis				jagung				kentang				kubis				

Rotasi II (Bapak Nandang)

Fe b	M ar	A pr	M ei	Ju n	J ul	A gt	Se p	O kt	N ov	D es	Ja n	Fe b	M ar	A pr	M ei	Ju n
																
Buncis				jagung				kentang				kubis				

Gambar 3. Pola Rotasi tanaman sayuran selama 1,5 tahun di Desa Langensari, Lembang

3. Efektif dan keuntungan rotasi tanaman sayuran

Tanaman kubis pada musim tanam I telah menghasilkan produktivitas sebesar 14,8 t ha⁻¹ (Lampiran 1). Tanaman kubis pada lahan kontrol hasilnya turun. Pada musim tanam ke-IV, tanaman kubis dengan menerapkan rotasi tanam, hasil panennya lebih tinggi dibandingkan lahan kontrol pada semua ketiga musim tanam, sehingga rotasi tanam dapat mengurangi penyakit akar gada. Keuntungan pada sistem rotasi tanam dapat dilihat pada Lampiran 1. Keuntungan dari alternatif tanaman yang diterapkan pada pengkajian seperti: tanaman buncis, jagung, dan kentang lebih rendah selain keuntungan tanaman kubis dengan menerapkan rotasi tanam selama empat musim tanam, yang disebabkan karena sedikit terserang penyakit akar gada. Pengkajian telah membuktikan keuntungan yang diterima oleh petani koperator yang menerapkan rotasi tanam lebih tinggi selain terus menerus ditanam kubis, sehingga teknologi ini layak secara ekonomi dan selanjutnya dapat didiseminasikan.

Hasil pengkajian ini, memperkuat hasil beberapa penelitian yang dilakukan sebelum atau setelah pengkajian di Desa Langensari, yang dilakukan di daerah lain, baik mengenai rotasi tanaman untuk mencegah penyakit akar gada maupun pola tanam yang umumnya dilakukan petani sayuran di daerah dataran tinggi (monokultur dan polikultur) seperti:

1. POPT dari BPP Cisurupan, Kabupaten Garut, Jawa Barat, mengemukakan bahwa penyakit akar bengkak atau akar gada yang disebabkan oleh jamur *Plasmodiophora brassicae* Wor merupakan penyakit utama dalam usaha tani kubis. Gejala tanaman kubis yang terserang penyakit ini akan terlihat jelas dalam keadaan cuaca panas atau siang hari yang terik, daun-daun tanaman akan layu seperti kekurangan air, dan akan segar kembali pada saat matahari tenggelam atau cuaca mendung sampai pagi hari. Bila tanaman dicabut, pada akar tampak membengkak atau berumbi menyerupai gada, sehingga disebut akar gada. Bila keadaan tersebut dibiarkan, maka lambat laun pertumbuhan tanaman terhambat, sehingga tanaman menjadi kerdil dan tidak dapat membentuk krop sehingga akhirnya mati. Untuk itu dibutuhkan langkah konkrit dalam mengatasi serangan penyakit ini, antara lain: (1). penggunaan benih sehat dan unggul; (2) pemupukan (pemberian pupuk dasar pada saat sebelum tanam, baik pupuk kandang maupun pupuk buatan dan pemberian pupuk susulan); dan (3) rotasi tanaman, karena pergiliran tanaman merupakan salah satu upaya untuk menekan perkembangan penyakit akar bengkak, walaupun upaya ini tidak menjamin keberhasilan dimusim berikutnya, karena spora *P. brassicae* dapat bertahan di dalam tanah dalam jangka waktu yang cukup lama.
2. Strategi pengendalian bengkak akar pada kubis dengan rotasi tanaman ini, juga dikemukakan oleh Purwanto (2004), bahwa dengan rotasi tanaman

dengan menanam tanaman yang tidak satu famili dengan kubis-kubisan akan memutus siklus/mata rantai penyakit dan hama.

3. Penelitian yang telah dilakukan oleh BPTP Jawa Barat bekerjasama dengan JIRCAS pada tahun 2001-2002 di wilayah Bandung dan Garut, tentang adaptasi peralihan sistem pertanian di dataran tinggi. Dari penelitian ini diperoleh adanya perubahan adaptasi tanaman sayuran menurut ketinggiannya, sayuran iklim sedang (1.000–1.400 m dpl) yang paling berubah-ubah ialah dari genus *Brassica* (kubis, kembang kol dan sebagainya) yang lahan produksinya meluas ke lahan yang lebih rendah, tanaman ini banyak diusahakan petani karena faktor biaya dan peluang/permintaan pasar yang tinggi. Untuk itu, penelitian *on farm* akan menghasilkan teknologi adaptasi. Pada lahan produksi di ketinggian 1400 m ke atas, teknologi yang perlu dikembangkan adalah pertanian monokultur dan di daerah transisi, kecenderungannya ialah pertanian tumpangsari (*intercropping*) karena menghadapi berbagai risiko, sehingga teknologi yang dikembangkan perlu yang sesuai, mulai dari budi daya sampai panen.
4. Karakteristik teknis sistem pertanaman polikultur sayuran dataran tinggi yang dilakukan oleh Adiyoga Witono *et al.* (2002). Peneliti Balai Penelitian Sayuran (BALITSA) Lembang ini telah melakukan penelitian di sentra produksi sayuran dataran tinggi di Pangalengan, Jawa Barat pada bulan Nopember 2001. Dari penelitian tersebut diperoleh karakteristik tanggapden yang berjumlah 23 orang, kisaran usia 20-30 tahun mendominasi struktur umur petani tanggapden (>50%), sehingga umur yang muda ini memiliki potensi tanggap yang tinggi terhadap inovasi atau teknologi baru. Hasil penelitian menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat dari penggunaan sistem pertanaman polikultur, hal ini menunjukkan kecendrungan petani sayuran dataran tinggi dalam pemanfaatan lahan untuk mengurangi risiko kegagalan berusaha tani, bila hanya mengandalkan satu komoditas. Kombinasi tanaman yang paling sering dipilih petani adalah: cabai+petsai, kemudian diikuti tomat+petsai, kubis+petsai, dan cabai+kentang+petsai. Pemilihan jenis sayuran yang dikombinasikan ini telah sejalan dengan prinsip dasar polikultur yang mengisyaratkan maksimasi sinergisme dan minimasi kompetisi antar tanaman. Petani pada umumnya memilih tanaman kombinasi yang cenderung berumur lebih pendek dan memiliki kanopi lebih sempit dibandingkan dengan tanaman utama. Oleh karena itu sistem polikultur yang umumnya digunakan adalah sistem tumpang gilir (*relay cropping*). Secara teoritis, efisiensi penggunaan sumber daya lahan lebih memungkinkan untuk dicapai pada sistem pertanaman monokultur, karena sistem pertanaman monokultur juga lebih banyak memberikan kemudahan bagi suatu usaha tani untuk mencapai skala

ekonomi. Sementara itu, sistem pertanaman multikultur cenderung memberikan ruang yang lebih leluasa menyangkut kemungkinan tercapainya keseimbangan antara kelayakan ekonomi dan ekologis, sebagai salah satu prasyarat pertanian berkelanjutan. Hasil penelitian ini memperlihatkan kecenderungan petani sayuran dataran tinggi dalam berusaha tani dengan sistem polikultur.

KESIMPULAN

1. Rekomendasi rotasi tanaman kubis–jagung–kentang–kubis dapat memperbaiki produksi tanaman dan pendapatan petani.
2. Rotasi tanaman yang tidak sefamili dengan tanaman kubis-kubisan dapat menekan siklus/mata rantai hama dan penyakit, terutama penyakit akar gada pada tanaman kubis
3. Bentuk pengkajian/percontohan *on farm* merupakan bentuk diseminasi/ penyuluhan yang dapat langsung dirasakan manfaatnya oleh petani, selain penyebaran informasi tercetak dalam bentuk lisan.
4. Keuntungan yang diterima petani koperator yang menerapkan rotasi tanam lebih tinggi selain terus menerus ditanam kubis, sehingga teknologi ini secara ekonomi layak dan dapat didiseminasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga Witono, Rachman Suherman, Nikardi Gunadi, dan Achmad Hidayat. 2002. Karakteristik Teknis Sistem Pertanaman Polikultur Sayuran Dataran Tinggi. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Bandung.
- Permadi, A.H. dan S. Sastrosiswojo. 1993. Kubis. Kerjasama Balai Penelitian Hortikultura Lembang, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu Bappenas.
- Purwanto. 2004. Strategi Pengendalian Bengkak Akar (*Plasmodiophora brassicae* Wor) pada Tanaman Kubis. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat.
- Siegal S. 1998. Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial. PT Gramedia Jakarta.
- Tomohide Sugino, Henny Mayrowani, Trisna Subarna dan Titiek Maryati. 2008. The Farmers' Perceptions and Economic Feasibility of Crop Rotation to Reduce Clubroot Damage in the Highlands of West Java. Sustainable and Diversified Vegetable-based Farming Systems in Highland Region of West Java. CAPSA Working Paper No. 100, JIRCAS.

Lampiran 1. Biaya produksi, keuntungan, dan hasil tanaman sayuran pada lokasi pengkajian

Uraian	Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3	
	ROTASI	KONTROL	ROTASI	KONTROL	ROTASI	KONTROL
	Kubis–Jagung– Kentang–Kubis	Kubis–Kubis– Kubis–Kubis	Buncis– Jagung– Kentang– Kubis	Kubis–Kubis– Kubis–Kubis	Buncis– Jagung– Kentang– Kubis	Kubis– Kubis– Kubis–Kubis
	(F1R)	(F2C)	(F2R)	(F2C)	(F3R)	(F3C)
Musim 1	Kubis	Kubis	Buncis			
Bahan	4.913.889	3.047.922	2.694.444	3.397.946	3.158.333	3.465.784
Tenaga kerja	2.168.333	0	2.589.444	0	2.230.000	0
Lain-lain	1.000.000	0	1.000.000	0	1.000.000	0
Total Biaya	8.082.222	3.047.922	6.283.889	3.397.945	6.388.333	3.465.784
Pendapatan	12.589.444	10.038.610	7.305.833	10.123.774	7.844.167	10.507.726
Produksi	14,8	11,8	5,8	11,9	5,3	12,4
Keuntungan	4.507.222	6.990.688	1.021.944	6.725.829	1.455.833	704.194
Musim 2						
Bahan	1.944.444	2.236.430	1.944.444	3.164.409	3.033.333	4.061.810
Tenaga kerja	1.009.444	0	1.682.222	0	1.732.500	132.450
Lain-lain	1.000.000	0	1.000.000	0	1.000.000	0
Total Biaya	3.953.889	3.236.430	4.626.667	3.164.409	5.765.833	4.194.260
Pendapatan	5.950.000	6.041.335	5.595.833	7.099.486	7.260.417	7.130.243
Produksi	7,2	3,2	7,0	3,7	8,5	3,8
Keuntungan	1.996.111	2.804.906	969.167	3.935.077	1.494.583	2.935.982
Musim 3						
Bahan	32.075.000	3.725.301	31.202.778	3.222.793	38.266.667	4.282.561
Tenaga kerja	4.491.667	0	4.375.00	0	5.100.000	0
Lain-lain	1.000.000	0	1.000.000	0	1.000.000	0
Total Biaya	37.566.667	3.725.301	36.577.778	3.222.793	44.366.667	4.282.561
Pendapatan	45.463.333	6.725.301	44.965.278	7.099.486	52.295.833	7.549.669
Produksi	20,6	3,6	19,0	3,7	23,3	4,0
Keuntungan	7.896.667	3.179.082	8.387.500	3.876.693	8.129.167	3.267.108
Musim 4						
Bahan	8.366.667	3.258.006	7.947.778	3.372.256	11.921.667	4.247.241
Tenaga kerja	3.351.111	0	2.750.556	0	4.009.167	0
Lain-lain	1.000.000	0	1.000.000	0	1.000.000	0
Total Biaya	12.717.778	3.258.006	11.698.333	3.372.256	16.930.833	4.247.241
Pendapatan	31.000.000	7.358.619	28.708.333	6.725.829	42.375.000	7.947.020
Produksi	30,6	4,1	28,3	3,7	41,9	4,4
Keuntungan	18.282.222	4.100.613	17.010.000	3.353.573	25.444.167	3.699.779

Sumber: Hasil pengkajian, 2004-2005

POTENSI DAN ADAPTASI TANAMAN SAYURAN DI LAHAN RAWA

Maulia A. Susanti dan Koesrini

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

ABSTRAK

Perubahan lingkungan strategis yang ditandai oleh globalisasi pasar termasuk pasar komoditas pertanian, mengharuskan optimalisasi penggunaan sumberdaya pertanian termasuk lahan, sehingga dapat meningkatkan daya saing produk pertanian Indonesia. Produksi sayuran tertinggi selama ini dihasilkan oleh petani-petani dataran tinggi di pulau Jawa. Namun seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat, lahan-lahan subur dataran tinggi untuk lahan pertanian mengalami penyusutan. Lahan rawa yang selama ini dipandang sebagai lahan marginal yang memiliki banyak keterbatasan ternyata memiliki potensi untuk pengembangan hortikultura termasuk sayuran. Beberapa jenis sayuran seperti tomat, cabai, terong, sawi, kacang panjang, bayam, kangkung, dan timun telah dibudidayakan secara luas oleh petani di lahan rawa. Beberapa sayuran lainnya yang umum ditanam di dataran tinggi seperti kubis, sawi, dan buncis telah diuji potensi dan adaptasinya di lahan rawa Kalimantan Selatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sayuran tersebut cukup adaptif dan berpotensi dikembangkan di lahan rawa. Melalui pengelolaan yang tepat terhadap lahan, air, hara, dan tanaman dapat menjadikan lahan rawa sebagai sentra budidaya berbagai jenis sayuran.

PENDAHULUAN

Perubahan lingkungan strategis yang ditandai oleh globalisasi pasar, termasuk pasar komoditas pertanian, mengharuskan optimalisasi penggunaan sumber daya pertanian termasuk lahan, sehingga meningkatkan daya saing produk pertanian Indonesia. Sumber daya lahan rawa di Indonesia, sebagai salah satu pilihan lahan pertanian masa depan, memiliki peranan semakin penting dalam mendukung peningkatan ketahanan pangan nasional serta pengembangan usaha agribisnis mengingat potensi arealnya yang luas dan teknologi pengelolaannya sudah tersedia. Lahan rawa secara dominan terdapat di empat pulau besar diluar Jawa, yaitu Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua serta sebagian kecil di Pulau Sulawesi. Luas lahan rawa meliputi areal 33,41–39,10 juta ha, dengan luas rawa pasang surut sekitar 20,13–25,82 juta ha, dan lahan rawa lebak sekitar 13,28 juta ha, sementara lahan gambut memiliki luasan sekitar 13–14 juta ha (Subagyo, 2002).

Dengan potensi luasan lahan yang demikian besar dan didukung oleh teknologi pengelolaannya, lahan rawa memiliki potensi yang tinggi untuk

pengembangan tanaman pangan termasuk budi daya sayuran. Luas lahan rawa yang berpotensi untuk pengembangan pertanian diperkirakan antara 9-10 juta ha, sedangkan yang dibuka baru sekitar 5 juta ha dan yang dapat dimanfaatkan baru 2 juta ha. Secara keseluruhan tersedia lahan untuk tanaman hortikultura/ sayuran mencakup pekarangan 5,55 juta ha, tegalan/huma 11,61 juta ha, lahan tidak diusahakan 7,68 juta ha, dan lahan untuk kayu-kayuan seluas 9,13 juta ha (Ditjen Bina Produksi Hortikultura, 2001 *dalam* Noor *et al.*, 2006).

Pada dasarnya beragam jenis sayuran dataran rendah dapat dikembangkan di lahan rawa. Di beberapa lokasi, petani telah melakukan usaha budi daya sayuran. Namun pada umumnya masih terbatas pada jenis sayuran yang banyak diminati masyarakat, seperti bayam, kangkung, sawi, terung, dan kacang panjang. Permintaan terhadap kelima jenis sayuran tersebut cukup tinggi. Dari hasil budi daya sayuran ini petani memperoleh tambahan penghasilan untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari.

Hasil uji adaptasi yang dilakukan di lahan rawa pasang surut, menunjukkan bahwa bayam, kangkung, sawi, terung, dan kacang panjang memiliki adaptasi yang baik di lahan rawa pasang surut. Selain kelima jenis sayuran tersebut, jenis sayuran lain yang cukup adaptif di lahan rawa adalah tomat, cabai, kubis, buncis, dan timun (Koesrini *et al.*, 2006a). Dengan menanam beragam jenis sayuran dengan pola tanam yang tepat, peluang untuk meningkatkan pendapatan petani di lahan rawa semakin terbuka lebar.

Tulisan ini merupakan review dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Balittra yang menguraikan tentang potensi pengembangan sayuran di lahan rawa berdasarkan telaahan aspek biofisik lahan, potensi dan adaptasi tanaman serta sosial ekonomi.

PERMASALAHAN PENGEMBANGAN SAYURAN DI LAHAN RAWA

Masalah utama pengembangan lahan rawa untuk usaha pertanian adalah (1) rejim airnya fluktuatif dan seringkali sulit diduga; (2) banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau, khususnya di lahan rawa lebak dangkal; (3) sifat fisiko-kimia dan kesuburan tanah serta sifat hidrotopografi mikro lahannya beragam dan umumnya belum ditata dengan baik; dan (4) sebagian lahannya bertanah gambut.

1. Kondisi biofisik lahan

Lahan rawa merupakan lahan yang menempati posisi peralihan diantara sistem daratan dan perairan (sungai, danau, atau laut). Karena menempati posisi peralihan maka lahan ini sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal. Lahan rawa dicirikan oleh genangan karena pengaruh gerakan pasang

surut pada rawa pasang surut dan genangan akibat pengaruh curah hujan dan banjir kiriman dari daerah teresterial pada rawa lebak. Lahan rawa juga mempunyai sifat maginal dan rapuh yang antara lain mempunyai lapisan gambut dengan berbagai ketebalan (0,5 - >3 m).

Berdasarkan macam dan tingkat kendala dalam pengembangan dan pengelolaan, khususnya untuk pertanian, lahan rawa dibagi menjadi lima tipologi lahan, yaitu (1) lahan potensial; (2) lahan sulfat masam; (3) lahan gambut; (4) lahan salin atau pantai; dan (5) lahan lebak (Noor, 2004).

Lahan rawa memiliki lapisan senyawa pirit (FeS_2) dengan berbagai kedalaman. Senyawa pirit stabil dan tidak berbahaya dalam kondisi anaerob atau tergenang, namun apabila terekspose atau teroksidasi akan menghasilkan ion sulfat (SO_4^{-2} dan hidrogen (H^+)) yang mengakibatkan terjadinya pemasaman tanah dan air. Kemasaman tanah di lahan rawa umumnya tinggi dan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Pada kondisi masam ini (rata-rata $\text{pH} < 4$), kandungan unsur kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P) umumnya rendah, sebaliknya ion-ion aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn) meningkat kelarutannya dalam tanah sehingga meracuni tanaman (Soepardi, 1983, Alihamsyah, *et al.*, 2003).



Gambar 1. Endapan Fe pada tanaman purun tikus di lahan rawa pasang surut dan lapisan pirit di permukaan tanah

Adapun sifat-sifat fisiko kimia tanah mineral pada lahan rawa pasang surut, rawa lebak, dan gambut dapat dilihat pada Tabel 1–3. Dari ketiga sifat fisiko kimia lahan rawa tersebut, nampak bahwa lahan rawa lebak memiliki pH 5,5–7,5. Kondisi ini cukup baik bagi pengembangan sayuran, karena tanaman sayuran menghendaki pH 6-7 dan ketersediaan hara N, P, dan K yang cukup.

Tabel 1. Sifat fisiko-kimia tanah mineral pada lahan rawa pasang surut

Sifat tanah	Sulfat Masam Potensial	Sulfat Masam Aktual	Lahan Salin
Tekstur	SiC	SiC	SiC
pH (H ₂ O) (1:5)	4,3 (sms)	3,6 (sms)	4,9 (sm)
Karbon-Organik (%)	9,16 (st)	10,93 (st)	5,89 (st)
Nitrogen (%)	0,59 (t)	0,49 (sd)	0,33 (sd)
P ₂ O ₅ mg (100 g)	115 (t)	45 (t)	45 (t)
K ₂ O mg (100 g)	32 (sd)	81 (st)	105 (st)
P-Bray (ppm)	17,7 (sd)	19,3 (sd)	8,5 (sr)
Basa dapat tukar (cmol(+)/kg tnh) :			
Ca	5,11 (r)	4,12 (r)	6,95 (sd)
Mg	7,05 (t)	9,25 (st)	15,35 (sts)
K	0,56 (sd)	0,89 (t)	2,07 (st)
Na	6,01 (sts)	14,87 (sts)	16,11 (sts)
KTK-pH 7 (cmol(+)/kg tnh):	31,5 (t)	37,2 (t)	34,1 (t)
Kejenuhan basa (%)	49 (sd)	42 (sd)	86 (st)
Kejenuhan Al (%)	35 (r)	71 (t)	7 (sr)
Pirit (%)	1,2 (sr)	0,85 (sr)	2,38 (r)

Sumber: Subagyo H (2006b)

Keterangan:

- Tekstur, pH-H₂O, dan masing-masing kandungan sifat/ hara dihitung berdasarkan rata-rata dari semua profil yang dievaluasi
- Tekstur: SiC = liat berdebu; SiCL = lempung liat berdebu; C = liat
- Reaksi tanah: me = masam ekstrim (pH < 3,5); sms = sangat masam sekali (pH 4,6 – 5,0); sm = sangat masam (pH 5,1 – 5,5)
- Kandungan sifat kimia lainnya: sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang, t = tinggi; st = sangat tinggi, dan sts = sangat tinggi sekali

Budi daya sayuran di lahan rawa pasang surut, seperti halnya palawija, dilakukan pada kondisi kering yaitu pada surjan untuk lahan tipe luapan B dan pada hamparan untuk lahan tipe luapan C, sehingga peluang terjadinya keracunan Al cukup tinggi. Akar merupakan organ pertama yang mendapat pengaruh langsung dari keracunan Al. Gejala yang umum dijumpai adalah pertumbuhan akar terhambat, menjadi lebih pendek, tebal, dan kaku serta ada bagian yang terluka dan berwarna kecoklatan. Semakin tinggi tingkat keracunan Al, keracunan akar semakin berat. Hal ini disebabkan terganggunya serapan dan translokasi hara Ca dan P ke bagian atas tanaman. Kondisi ini mempengaruhi metabolisme tanaman, terutama di perakaran (Sartain dan Kamprath, 1975 dalam Koesrini *et al.*, 2006a). Tingginya kandungan Al merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya hasil sayuran di lahan pasang surut (Koesrini *et al.*, 2005).

Tabel 2. Sifat fisiko-kimia tanah mineral lahan rawa lebak

Sifat-sifat tanah	Lebak pematang	Lebak tengahan	Lebak dalam
Tekstur	hC; C; SiC; SiCL; SiL; L; SL (Ps:<15%; Db: 5-60%; Liat: 18-90%)	hC; C; SiC; SiCL; (Ps:<10%; Db: 20-60%; Liat: 35-80%)	hC; SiC; (Ps:<5%; Db: 20-45%; Liat: 55-80%)
pH (lapang)	5,5 – 7,5 (sm – nt)	5,0 – 7,0 (sm – nt)	5,5 – 6,5 (sm – sdm)
% Karbon (terbanyak %)	0,40 – 8,60 (sr – t)	0,30 – 10,32 (sr – st)	1,72 – 12,04 (r – st)
P ₂ O ₅ mg (100 g)	5 – 40 (sr – r)	3 – 40 (sr – s)	2 – 25 (sr – r)
K ₂ O mg (100 g)	5 – 40 (sr – r)	5 – 60 (sr – t)	5 – 25 (sr – s)
P-Bray (ppm)	3 – 23 (sr – r)	2 – 27 (sr – t)	3 – 15 (sr – r)
Basa dapat tukar	terbanyak Ca & Mg; K & Na sangat sedikit	terbanyak Ca & Mg; K & Na sangat sedikit	terbanyak Ca & Mg; K & Na sangat sedikit
Total kation dapat tukar	0,6 – 21% (sr – t)	1 – 20% (sr – t)	4 – 18% (r – t)
Kejenuhan basa	10 – 100% (sr – st)	3 – 80% (sr – t)	6 – 75% (sr – t)

Sumber: Subagyo H (2006a)

Keterangan:

- Tekstur: hC = liat berat; C = liat; SiC = liat berdebu; SiCL = lempung liat berdebu; SiL = lempung berdebu; L = lempung; dan SL = lempung berpasir.
- Reaksi tanah: me = masam ekstrim (pH < 3,5); mlb = masam luar biasa (pH 3,6 – 4,5); sms = sangat masam sekali (pH 4,6 – 5,0); sm = sangat masam (pH 5,1 – 5,5); am = agak masam (pH 5,6 – 6,0); sdm = sedikit masam (pH 6,1 – 6,5); nt = netral (pH 6,6 – 7,3)
- Kandungan sifat kimia lainnya: sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; t = tinggi; dan st = sangat tinggi

Tabel 3. Sifat fisiko-kimia tanah gambut pada lahan rawa pasang surut

Sifat-sifat tanah	Gambut dangkal	Gambut sedang	Gambut dalam
Tekstur	hC	hC	hC
pH (H ₂ O) (1:5)	3,8 (sms)	4,0 (sms)	3,6 (sms)
Karbon-Organik (%)	38,86 (sts)	36,28 (sts)	45,39 (sts)
Nitrogen (%)	1,34 (st)	1,46 (st)	1,54 (st)
P ₂ O ₅ mg (100 g)	46 (t)	58 (t)	49 (t)
K ₂ O mg (100 g)	32 (sd)	81 (st)	105 (st)
P-Bray (ppm)	71,48 (st)	32,3 (t)	57,5 (st)
Basa dapat tukar (cmol(+)/kg tnh) :			
Ca			
Mg	3,70 (r)	5,18 (r)	2,06 (r)
K	3,73 (t)	2,10 (st)	1,86 (sd)
Na	0,61 (sd)	0,25 (r)	0,21 (r)
	0,94 (t)	0,26 (r)	0,24 (r)
KTK-pH 7 (cmol(+)/kg tnh):	91,2 (st)	78,8 (st)	104,1 (sts)
Kejenuhan basa (%)	15 (sr)	14 (sr)	5 (sr)
Kejenuhan Al (%)	60 (sd)	45 (sd)	59 (sd)
Pirit (%)			

Sumber: Subagyo H (2006b)

Keterangan:

- Tekstur, pH-H₂O, dan masing-masing kandungan sifat/hara dihitung berdasarkan rata-rata dari semua profil yang dievaluasi
- Tekstur: SiC = liat berdebu; SiCL = lempung liat berdebu; C = liat
- Reaksi tanah: me = masam ekstrim (pH < 3,5); sms = sangat masam sekali (pH 4,6 – 5,0); sm = sangat masam (pH 5,1 – 5,5)
- Kandungan sifat kimia lainnya: sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi, dan sts = sangat tinggi sekali

2. Kondisi sosial ekonomi

Permasalahan dan kendala yang dihadapi dalam pengembangan komoditas hortikultura mengacu pada sentra-sentra produksi antara lain: (1) pola usaha tani masih dalam skala kecil dan tersebar; (2) lemahnya permodalan petani; (3) lemahnya penguasaan teknologi budi daya; (4) belum terjalannya keserasian hubungan antara tingkat produksi dan permintaan; (5) belum terbentuknya stabilitas harga; (6) pemasaran yang belum efisien; (7) kebijakan dan strategi pemerintah yang disinsentif; dan (8) kebijakan pemerintah daerah yang cenderung memproduksi berbagai komoditas sayuran untuk tujuan pemenuhan daerah lain yang kurang menguntungkan dari segi pembangunan ekonomi wilayah (Saptana, *et al.*, 2005 dalam Rina *et al.*, 2006).

Jumberi *et al.*, 2006 melaporkan bahwa pengembangan agribisnis di lahan rawa juga menghadapi berbagai kendala sosial ekonomi dan dukungan eksternal yang terkait antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan agribisnis di lahan rawa harus diupayakan semaksimal mungkin untuk mencari solusi pemecahan kendala tersebut.

a. Kendala sosial ekonomi petani

Kendala sosial ekonomi pengembangan sayuran di lahan rawa yang umumnya dihuni oleh penduduk lokal atau sebagai daerah transmigrasi meliputi: (1) rendahnya tingkat pendidikan dan keterampilan petani; (2) masih kuatnya adat budaya tradisional; (3) terbatasnya tenaga kerja. Hal tersebut menyebabkan sulit dan lambannya adopsi teknologi oleh petani.

b. Kendala dukungan eksternal

Kendala eksternal ini mencakup: (1) terbatasnya infra struktur atau prasarana penunjang terutama jaringan tata air dan perhubungan serta air bersih; (2) rendahnya aksesibilitas lokasi; dan (3) belum berkembang dan berfungsinya secara baik kelembagaan agribisnis terutama penyediaan sarana produksi, keuangan atau permodalan, pengelolaan pasca panen, pemasaran hasil, sistem informasi dan penyuluhan.

Sarana dan prasarana transportasi masih terbatas dan umumnya berupa transportasi air, sedangkan pasar hanya dimiliki oleh wilayah yang sudah lama dibuka dan perkembangannya pun sangat lambat.

Lembaga keuangan formal untuk perkreditan maupun penyimpanan uang umumnya belum tersedia, sehingga fasilitas perkreditan dan mobilitas dana sulit berkembang. Sementara itu lembaga penyuluhan seperti Balai Informasi dan Penyuluhan Pertanian sebagai penyedia informasi dan penyebaran teknologi

pertanian walaupun ada, tetapi sarana dan prasarananya umumnya terbatas serta kemampuan tenaga penyuluh relatif masih rendah.

UPAYA PENGEMBANGAN SAYURAN DI LAHAN RAWA

Dilihat dari pelaku dan tujuan pengembangannya, secara garis besar ada dua model usaha agribisnis terpadu yang cocok dikembangkan di lahan rawa, khususnya rawa pasang surut, yaitu usaha agribisnis berbasis tanaman pangan dan usaha agribisnis berbasis komoditas andalan. Usaha agribisnis berbasis tanaman pangan ditujukan utamanya untuk menjamin keamanan pangan bagi petani, sedangkan usaha agribisnis berbasis komoditas andalan dapat dikembangkan dalam skala luas dalam perspektif usaha komersial (Suprihatno *et al.*, 1999).

Menurut Alihamsyah *et al.* (2000) pengembangan usaha agribisnis di lahan rawa umumnya diarahkan pada pengembangan agribisnis aneka komoditas dalam suatu sistem usaha terpadu sesuai dengan karakteristik biofisik lahan dan prospek pemasaran hasil komoditasnya. Maka dukungan teknologi mutlak diperlukan dalam upaya pengembangan usaha agribisnis di lahan rawa.

1. Teknologi tersedia

Dalam segala keterbatasan yang dimiliki, budi daya sayuran di lahan rawa bukan menjadi hal yang mustahil. Budi daya sayuran di rawa dapat dilakukan di lahan rawa pasang surut, gambut, dan lebak. Budi daya sayuran di lahan pasang surut biasanya dilakukan pada lahan tipe B dan C. Sementara untuk lahan gambut, budi daya sayuran dapat dilakukan dari gambut dangkal dan bergambut (lapisan gambut < ½ m) sampai gambut dalam (lapisan gambut 2 m). Pada lahan lebak, sayuran banyak ditanam di lebak dangkal sampai lebak tengahan (Koesrini *et al.*, 2006b; Hairani *et al.*, 2006; Alwi *et al.*, 2006, DJ Noor *et al.*, 2006). Pengelolaan air dan perbaikan tanah merupakan salah satu kunci keberhasilan usaha tani sayuran di lahan rawa.

Berikut merupakan teknologi hasil penelitian Balittra dan instansi terkait Badan Litbang lainnya yang telah tersedia dan dikembangkan untuk budi daya sayuran di lahan rawa.

a. Pengelolaan air

Keberhasilan budi daya pertanian di lahan rawa membutuhkan pengelolaan tata air yang sangat hati-hati. Dengan adanya fluktuasi muka air di sungai dan saluran karena gerakan pasang surut dan curah hujan, maka proses

pengelolaan air di daerah rawa menjadi sangat rumit. Pengelolaan tata air ini dapat dibedakan antara pengelolaan tata air mikro (*on farm water management*) dan pengelolaan tata air makro (*canal water management*).

Pengelolaan air yang diuraikan berikut adalah pengelolaan air skala mikro, yaitu pengelolaan air dari saluran tersier sampai ke petak-petak lahan budi daya atau lahan usaha tani. Pengelolaan tata air mikro mempunyai beberapa tujuan utama, yaitu (1) menjaga ketersediaan air untuk tanaman; (2) membuang air berlebih di petak sawah; (3) menghalangi tumbuhnya gulma; (4) memperbaiki kualitas air; (5) mencuci kemasaman dan toksiditas tanah; (6) meningkatkan proses pematangan tanah; dan (7) mengubah tanah organik menjadi tanah yang lebih subur.

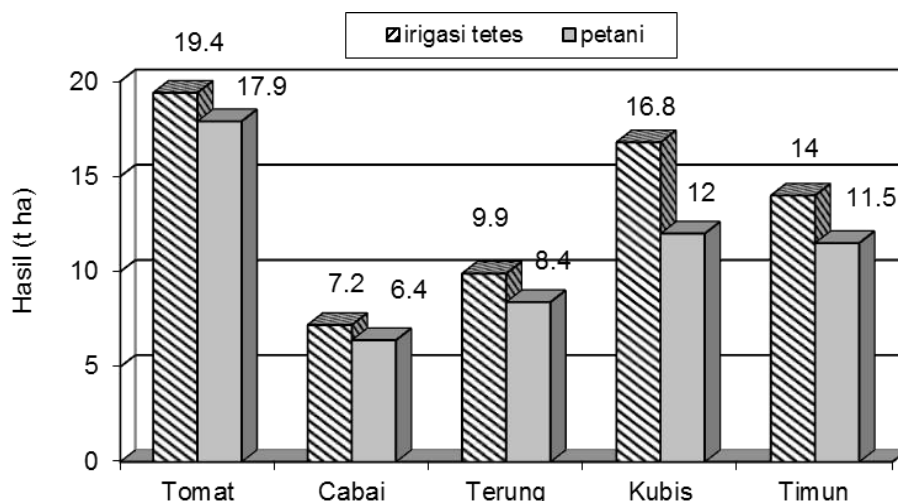
a.1. Pengelolaan air di lahan rawa pasang surut

Pengelolaan air di lahan rawa pasang surut menghadapi dua keinginan yang saling bertentangan, yaitu keinginan untuk membuang air (drainase) guna menurunkan muka air agar terjadi proses pematangan dan pencucian tanah, serta keinginan untuk tetap menjaga ketinggian air guna menjaga kelembapan tanah dan memberikan air suplesi (irigasi).

Umumnya pada lahan rawa pasang surut, pengelolaan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dan memperbaiki sifat fisika-kimia tanah. Upaya yang dilakukan yaitu dengan cara: (1) memasukan air pasang sesuai kebutuhan tanaman; (2) mencegah masuknya air asin ke petakan lahan; (3) mencuci zat-zat beracun bagi tanaman; dan (4) mengurangi semaksimal mungkin terjadinya oksidasi pirit pada tanah masam. Sistem pengairan satu arah (*one way flow system*) dengan sistem tabat terbukti dapat menanggulangi masalah air di lahan rawa pasang surut (Alihamsyah *et al.*, 2003). Noor (2004) melaporkan bahwa sistem pengelolaan air satu arah (*one way flow system*), yaitu pengelolaan air yang memisahkan antara saluran pengairan dan saluran pengatusan dan mengarahkan terjadinya aliran pada satu jalan, memberikan prospek yang baik dengan hasil tanaman yang lebih tinggi di lahan rawa pasang surut.

Teknologi pengelolaan air lainnya yang telah juga dikembangkan di lahan rawa pasang surut, terutama lahan sulfat masam aktual adalah pengelolaan air melalui irigasi tetes. Karena meskipun di lahan pasang surut air selalu tersedia, bahkan pada musim kemarau, namun air yang tersedia di musim kemarau mempunyai kualitas rendah dengan pH < 3,0. Saat pasang besar, dari kejadian pasang selama 5–6 jam, hanya 2–3 jam yang memiliki kualitas baik dengan pH > 4,0 (Jumberi *et al.*, 2003), sehingga jika ingin digunakan sebagai air irigasi bagi tanaman sayuran, kualitas air tersebut harus diperbaiki.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Balittra–SPFS FAO (2004) pada MK 2004 menunjukkan bahwa pemberian batu kapur (*limestone*) dalam bentuk partikel 2 cm ke dalam air dengan konsentrasi 20%, setelah 10 jam inkubasi, dapat meningkatkan kualitas air yaitu dari air pH 2,9 menjadi pH 5,5. Air yang telah diperbaiki kualitasnya tersebut digunakan untuk menyiram tanaman sayuran melalui sistem irigasi tetes sederhana. Perlakuan perbaikan kualitas air pada sistem irigasi tetes sederhana di lahan sulfat masam aktual dapat meningkatkan hasil sayuran dibanding perlakuan petani tanpa perbaikan kualitas air (Gambar 2).

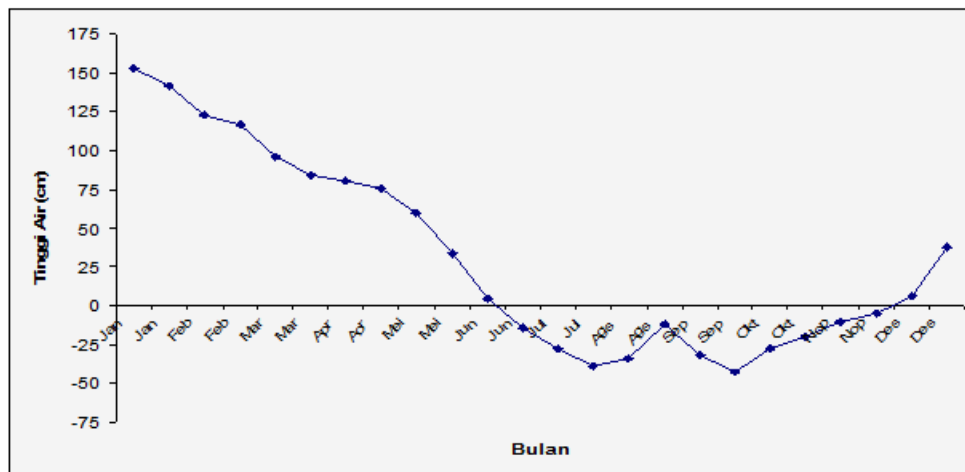


Gambar 2. Hasil tanaman sayuran ($t\ ha^{-1}$) dengan perbaikan kualitas air pada irigasi tetes di lahan sulfat masam aktual tipe luapan C, Desa Kolam Kiri Dalam, Kec. Barambai, Kab. Batola, MK II 2004 (Balittra – SPFS FAO, 2004)

a.2. Pengelolaan air di lahan rawa lebak

Iklim, terutama curah hujan akan sangat menentukan keberadaan air di lahan rawa lebak. Jika iklim dalam keadaan normal, awal hujan mulai pada bulan Oktober, pada bulan-bulan berikutnya air mulai menggenangi lahan rawa lebak dan mencapai puncak tertinggi pada bulan Desember-Januari atau bahkan terjadi banjir. Setelah mencapai puncak tertinggi atau banjir, air mulai menyusut dan stagnasi pada ketinggian tertentu. Pada akhir bulan Februari atau awal Maret, air akan naik lagi dan kadang-kadang juga terjadi banjir. Ketinggian air atau banjir di lahan rawa lebak umumnya terjadi, jika curah hujan sangat tinggi dan ada kiriman dari luapan air sungai atau air yang turun dari daerah pegunungan di sekitarnya. Bulan April dimana hujan mulai jarang, air mulai menyusut dan terus surut hingga mengering di bulan Mei atau Juni (Dj Noor *et al.*, 2006) (Gambar 3).

Pengelolaan air di lahan rawa lebak diperlukan agar kebutuhan air optimal tanaman dapat terpenuhi, juga dimaksudkan untuk menghindari banjir dan kekeringan, serta mempertahankan kelembapan tanah. Langkah-langkah yang dapat dilakukan melalui: (1) pembuatan saluran atau parit dan pengaturan air didalam saluran; (2) pembuatan saluran cacing atau kemalir di petakan lahan; (3) pemberian air pada musim kemarau; serta (4) pemberian mulsa di petakan lahan.



Gambar 3. Fluktuasi permukaan air dan air tanah pada lahan lebak di KP. Tawar, Kab. Hulu Sungai Selatan tahun 2006 (Dj Noor *et al.*, 2006)

a.3. Pengelolaan air di lahan gambut

Pengelolaan air di lahan rawa gambut dimaksudkan untuk mencegah penurunan muka tanah (*subsidence*), dan mempertahankan kelembapan tanah. Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mempertahankan muka air tanah di atas lapisan pirit (50–60 cm dari permukaan tanah). Pada kondisi tersebut, selain gambut menjadi tidak mudah rusak atau habis juga lapisan pirit dapat aman karena berada pada kondisi reduksi sehingga tidak membahayakan pertumbuhan tanaman sayuran (Samsudin, 1998 *dalam* Alwi *et al.*, 2006; Noor, 2004).

Pada lahan gambut, sayuran ditanam pada bedengan-bedengan dengan saluran-saluran kemalir secara sederhana. Penataan lahan dengan sistem bedengan memerlukan saluran pengatusan di salah satu sisi dengan lebar 50 cm lebar saluran bagian dalam dan 40 cm lebar bagian bawah dan dalam saluran 100 cm. Namun untuk lahan gambut diperlukan saluran yang lebih dangkal untuk menghindari terjadinya drainase berlebihan, juga perlu dilengkapi dengan pintu air sistem tabat (*dam overflow*) (Gambar 4) (Noor *et al.*, 2006).



Gambar 4. Pintu air dengan sistem tabat (*dam overflow*) yang dapat membuka dan menutup secara otomatis mengikuti pasang surut air

b. Pengelolaan lahan

Pengelolaan lahan dilakukan dengan cara penataan lahan dan penyiapan lahan. Penataan lahan di lahan rawa diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan dan pelestarian sumber daya lahan. Penataan lahan dengan model bedengan atau surjan memberikan peluang bagi pengembangan sayuran di lahan rawa. Bentuk dan ukuran surjan disesuaikan dengan sifat-sifat fisik lingkungan seperti tipe luapan, tipologi lahan, dan tipe genangan pada lahan rawa pasang surut dan lebak. Pada lahan gambut, sayuran ditanam pada bedengan-bedengan dengan saluran-saluran kemalir secara sederhana (Noor *et al.* 2006).

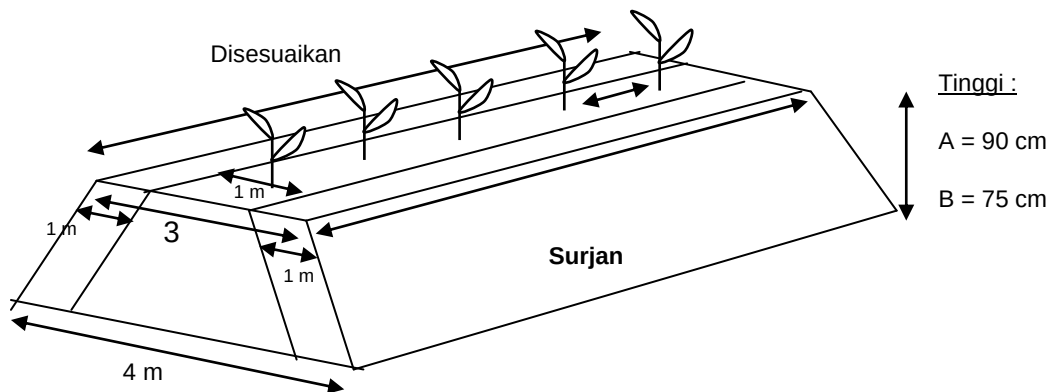
Penyiapan lahan dimaksudkan untuk mempersiapkan areal tanam agar mempermudah penanaman. Selain itu, tanah juga menjadi gembur dan agihan hara menjadi lebih merata, sehingga perkembangan akar dan penyerapan hara oleh tanaman dapat berlangsung optimal. Penyiapan lahan juga berfungsi untuk mengurangi persaingan tanaman dengan gulma dalam penyerapan hara.

b.1. Pengelolaan lahan di rawa pasang surut

Penataan lahan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut dalam kaitannya dengan optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian sumber daya lahannya. Lahan pasang surut dapat ditata sebagai sawah, tegalan, dan surjan disesuaikan dengan tipe luapan air dan tipologi lahan serta tergantung pemanfaatannya. Di lahan pasang surut, budi daya sayuran biasanya dilakukan pada lahan tipe B dan C. Pada lahan tipe B, penanaman sayuran dilakukan pada surjan. Pembuatan surjan dapat dilakukan di antara petakan sawah, sehingga beragam sayuran dapat ditanam pada bagian tersebut. Sedangkan di bagian bawah dapat dimanfaatkan

untuk tanaman padi. Penanaman sayuran di bagian surjan terutama dilakukan pada musim kemarau. Sedangkan di lahan tipe C, penanaman sayuran dilakukan pada hamparan lahan tanpa atau dengan pembuatan surjan, tergantung kondisi lahan dan kebiasaan petani setempat. Penanaman sayuran dapat dilakukan pada awal musim kemarau dan awal musim hujan (Widjaja-Adhi dan Alihamsyah, 1998; Koesrini *et al.*, 2006b; Hairani *et al.*, 2006).

Lahan rawa pasang surut mempunyai lapisan pirit atau sulfidik, sehingga pengolahan tanahnya harus dilakukan dengan berhati-hati. Pengolahan tanah secara intensif tidak diperlukan di lahan pasang surut, cukup dengan pengolahan tanah minimum atau tanpa olah tanah, tergantung kondisi di lapangan, yang dikombinasikan dengan penggunaan herbisida. Pembersihan lahan awal dapat dilakukan dengan herbisida, kemudian dilakukan pengolahan tanah minimum yaitu hanya diolah sepanjang barisan tanaman dengan cangkul (Alihamsyah *et al.*, 2003, Hairani *et al.*, 2006). Selanjutnya dibuat lubang-lubang tanam dengan jarak yang berbeda untuk setiap jenis sayuran.



Gambar 5. Bentuk surjan dan tanaman cabai pada surjan di lahan rawa

b.2. Pengelolaan lahan di rawa lebak

Pada lahan lebak dangkal sayuran umumnya ditanam pada musim kemarau pada bedengan-bedengan. Bedengan dibuat tidak terlalu tinggi dan akan tergenang pada waktu genangan air yang tinggi pada musim penghujan. Hal ini sengaja dilakukan untuk menambah nutrisi dari endapan lumpur yang terbawa oleh genangan air. Di lahan rawa lebak tengahan umumnya tanaman sayuran di tanam di atas guludan atau dengan sistem surjan, jarang dilakukan di hamparan lahan, mengingat ketergenangan air cukup lama dan risiko kekeringan cukup tinggi.

Penyiapan lahan dilakukan dengan menebas gulma pada saat lahan masih berair (20-30 cm) kemudian gulma dibiarkan terendam dan membusuk sampai airnya mengering. Namun bila airnya cepat surut dan rumput belum membusuk, rumput dibiarkan kering lalu diangkut ke tepi lahan dan dibiarkan kering untuk mulsa atau tambahan bahan organik untuk pertanaman selanjutnya. Cara penyiapan lahan cara ini adalah yang terbaik yang biasa dilakukan untuk pertanaman sayuran di lahan rawa lebak, karena jika menunggu lahan kering penyiapan lahan sering terlambat.

Pada lahan rawa dangkal pengolahan tanah dilakukan terutama pada daerah-daerah yang lebih dulu kering dan kondisi tanahnya sudah mulai padat. Tanah diolah dengan cara mencangkul baik di seluruh permukaan lahan atau pada baris/baluran yang akan di tanam sayuran. Selanjutnya dibuat saluran-saluran kemalir atau di buat bedengan-bedengan tanam untuk menghindari ketergenangan air jika ada hujan lebat. Sebelum tanam, dibuat lobang tanam dan di dalam lobang di buat pupuk kandang dan juga bisa diberi kapur sedikit, kemudian diaduk dengan tanah disekitarnya.

Penyiapan lahan untuk lebak tengahan sama dengan cara penyiapan lahan di lahan rawa lebak dangkal dengan menebas gulma, juga dapat dilakukan pengolahan tanah di sekitar tempat tumbuh tanaman dan pembuatan lobang atau tempat tanam. Sehubungan kegiatannya di atas guludan (lebih tinggi dari hamparan lahan 60 sampai >100 cm) yang umumnya lebarnya hanya 2-3 m saja, jadi tidak perlu dibuat bedengan atau saluran-saluran kemalir. Guludan tidak dibuat terlalu tinggi dan akan juga tergenang pada waktu genangan air yang tinggi pada waktu musim penghujan. Hal ini memang sengaja dilakukan petani agar guludan dengan tergenang air akan menambah nutrisi serta untuk mendapat tambahan, jika ada lumpur yang mengendap di atas guludan. Selain itu untuk membuat guludan diperlukan jumlah tanah yang digali dan tenaga yang cukup banyak sehingga akan mempengaruhi ketersediaan lahan untuk tanaman padi sebagai tanaman pokok. Pada musim penghujan di daerah lahan rawa lebak tengahan ini, pertanaman sayuran dan palawija kurang baik tumbuhnya dan banyak mendapat gangguan hama penyakit karena kondisi terlalu lembap dan basah (Dj Noor *et al.*, 2006).

b.3. Pengelolaan lahan di lahan gambut

Pada lahan gambut, sayuran ditanam pada bedengan-bedengan dengan saluran-saluran kemalir secara sederhana (Noor *et al.* 2006). Pembuatan bedengan dapat dilakukan dengan membuat parit selebar 0,5–1,0 m dan tanah galian parit tersebut ditimbun ke samping dengan lebar bedengan antara 1–5 m. Tinggi bedengan 0,25–0,50 m atau di atas dari jangkauan luapan air (Alwi *et al.*, 2006).

Penataan lahan dengan sistem bedengan memerlukan saluran pengatusan di salah satu sisi dengan lebar 50 cm lebar saluran bagian dalam dan 40 cm lebar bagian bawah dan dalam saluran 100 cm. Namun untuk lahan gambut diperlukan saluran yang lebih dangkal untuk menghindari terjadinya drainase berlebihan, juga perlu dilengkapi dengan pintu air sistem tabat (*dam overflow*) (Noor *et al.*, 2006).

Pada musim kemarau penyiapan cukup hanya dengan pembersihan dan pembuatan bedengan dengan parit sempit untuk menurunkan air permukaan. Pada lahan gambut pengolahan tanah dilakukan pada keadaan lembap dengan cara mencacah hingga ke dalaman sampai 10 cm tanpa pembalikan tanah untuk dibuat bedengan. Setelah lahan gambut diolah, dibuat lubang ditanam yang didasarkan pada jarak tanam sayuran. Bibit sayuran yang telah cukup umur ditanam pada lahan yang sudah dipersiapkan. Pada sistem surjan, sayuran seperti kacang panjang, kacang tunggak, tomat, pare, dan lain-lain dapat ditanam secara monokultur atau tumpangsari (Alwi *et al.*, 2006) (Gambar 6).



Gambar 6. Penyiapan dan penataan lahan dengan sistem surjan (kiri) dan bedengan (kanan) untuk tanaman sayuran di lahan gambut

c. Pengelolaan hara

Kemasamam tanah di lahan rawa pada umumnya tinggi dan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Rata-rata $\text{pH} < 4$, sehingga menyebabkan kurang tersedianya unsur hara dalam tanah (Suriadikarta *et al.* 2000). Tanaman sayuran menghendaki pH 6-7 dan ketersediaan hara N, P, dan K yang cukup. Pemberian bahan amelioran dapat berupa kapur dan bahan organik. Pemberian kapur terhadap tanah-tanah masam dimaksudkan untuk meningkatkan pH tanah, kandungan Ca, Mg, dan P serta menurunkan kelarutan Al yang bersifat racun bagi tanaman (Widjaja Adhi *et al.* 1992).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Koesrini *et al.* (2005 dan 2006b) menunjukkan bahwa pemberian bahan amelioran memberikan pengaruh terhadap perubahan sifat kimia tanah pada tanaman kubis, buncis, terung, dan kacang panjang, yaitu dengan meningkatkan pH tanah dan unsur Ca tanah serta menurunkan kandungan Al_{dd} .

Sumber kapur yang sering digunakan dalam budi daya sayuran adalah dolomit. Kapur dolomit, selain mengandung unsur Ca juga mengandung unsur Mg. Sedangkan sumber bahan organik yang sering digunakan adalah kotoran ayam. Kotoran ayam digunakan, karena kandungan unsur N dan Ca-nya tergolong tertinggi dibanding kotoran sapi, kuda, dan kambing (Soepardi, 1983, Wiryanta, 2002; Sutanto, 2006). Hasil penelitian Fauziati *et al.* (2002) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sampai 5 t/ha dapat meningkatkan hasil tanaman kubis di lahan rawa lebak tengahan hingga 15 t/ha. Bentuk sumber bahan organik lainnya berupa kompos dari lapukan vegetasi gulma air, abu sekam, dan jerami padi dan gulma insitu yang banyak tumbuh subur di lahan rawa.

Koesrini *et al.* (2003; 2005; dan 2006b) berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lahan pasang surut memberikan rincian takaran pemberian pupuk untuk beragam jenis sayuran di lahan pasang surut seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Takaran pupuk dan kapur untuk beragam jenis sayuran di lahan pasang surut

Tanaman	Pupuk dasar (kg/ha)				
	N	P_2O_5	K_2O	PK	Kapur
	----- kg/ha -----				
Sawi	0	55	37,5	2500	1000
Kc Panjang	45	72	100	2500	1000
Buncis	45	72	100	2500	1000
Mentimun	45	100	100	5000	2000
Tomat	54	100	50	5000	2000
Cabai Rawit	54	100	50	5000	2000

Tanaman	Pupuk dasar (kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	PK	Kapur
	----- kg/ha -----				
Cabai Besar	54	100	50	5000	2000
Terung	45	90	125	2500	1000
Kubis	56	72	50	2500	1000

DJ Noor *et al.* (2006) melaporkan bahwa untuk beberapa jenis sayuran di lahan rawa lebak, didapat takaran pupuk kandang, pupuk N, P, dan K serta kapur yang dapat meningkatkan hasil tanaman sayuran secara optimal (Tabel 5).

Tabel 5. Kebutuhan pupuk dasar N, P, K, kapur, dan pupuk kandang pada beberapa tanaman sayuran di lahan rawa lebak, Tanggul, Hulu Sungai Tengah. Kalsel 2005

Tanaman	Pupuk dasar (kg/ha)				
	Urea	SP-36	KCl	PK	Kapur
	----- kg/ha -----				
Tomat	200	250	200	balit5000	2000
Cabai	150	250	200	5000	2000
Mentimun	200	200	150	5000	1000
Kc.Panj.	100	250	100	5000	1000
Terong	200	300	200	5000	2000
Kubis	150	200	100	5000	2000
Sawi	250	-	-	10000	2000
Buncis	100	300	1000	5000	2000
Pare	150	200	100	5000	2000

Hasil penelitian Alwi *et al.* (2006) pada lahan gambut, menunjukkan bahwa untuk mendapatkan hasil tomat, cabai, terung, kacang panjang, dan gambas yang baik pada lahan gambut diperlukan pupuk lengkap yang cukup sesuai anjuran seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jenis dan takaran pupuk pada beberapa tanaman sayuran di lahan gambut

Tanaman	Pupuk dasar kg/ha				
	Urea	SP-36	KCl	PK	Kapur
	----- kg/ha -----				
Tomat	150	312,5	200	5000	2000
Cabai	150	187,5	125	5000	2000
Terung	300	312,5	200	5000	2000
Kc. Pnjng	100	125	100	5000	2000
Gambas	100	200	200	5000	2000
Mentimun	120	150	100	5000	2000

2. Model pengembangan agribisnis di lahan rawa

Seperti pada agroekosistem lainnya, agribisnis di lahan rawa perlu mencakup beberapa subsistem, Jumberi *et al.* (2006) dari berbagai sumber memaparkan komponen utama yang harus dipenuhi untuk pengembangan lahan rawa bagi agribisnis, yaitu:

a. Subsistem produksi

Adanya keragaman karakteristik dan biofisik lahan dan sosial ekonomi, maka model usaha tani yang dapat dikembangkan di lahan rawa adalah model usaha tani yang berbasis sumber daya lokal lahan dan komoditas yang sesuai. Model usaha taninya bersifat spesifik dan dinamis disesuaikan dengan tipologi lahan dan tipe luapan air serta sosial ekonomi dan kemampuan masyarakat setempat maupun prospek pemasaran komoditasnya. Usaha tani diarahkan pada pengembangan aneka komoditas. Penganekaragaman komoditas ini perlu dilakukan untuk meningkatkan pendapatan dan mengurangi risiko kegagalan usaha tani.

b. Subsistem sarana dan prasarana pertanian

Subsistem ini merupakan pendukung utama yang mencakup perbenihan dan pembibitan, amaliisasi, pupuk, dan obat-obatan pertanian, alat dan mesin pertanian (alsintan). Untuk memenuhi semua itu maka dukungan kelembagaan dan peranan pihak swasta mutlak diperlukan. Untuk memenuhi kebutuhan akan alsintan, diperlukan usaha pelayanan jasa alsintan (UPJA). Melalui usaha ini petani dapat memenuhi kebutuhan akan alsintan dengan menyewa, sehingga keterbatasan modal untuk membeli alsintan dapat diselesaikan dan petani tidak menanggung risiko kerugian.

Dalam kaitannya dalam memenuhi kebutuhan akan benih, perlu ditumbuhkan kembangkan petani-petani penangkar yang dibina oleh dan bermitra dengan pihak swasta. Sedangkan dalam hal penyediaan pupuk dan obat-obatan pertanian, peranan koperasi desa, dan kios sarana produksi perlu dibentuk dan ditingkatkan.

c. Subsistem pasca panen dan pemasaran hasil

Belum baiknya penanganan panen dan pasca panen serta pemasaran yang tidak baik menjadi masalah utama dalam subsistem ini. Hal ini disebabkan oleh musim panen yang bersamaan, rendahnya mutu hasil tanaman, juga terbatasnya tenaga kerja. Peranan UPJA untuk kegiatan pasca panen dan industri pengolahan hasil atau agroindustri sangat diperlukan. Selain itu kelembagaan tata niaga atau pemasaran hasil pertanian dan sistem informasi pasar perlu dibangun. Juga kemampuan petani dan kelompoknya dalam

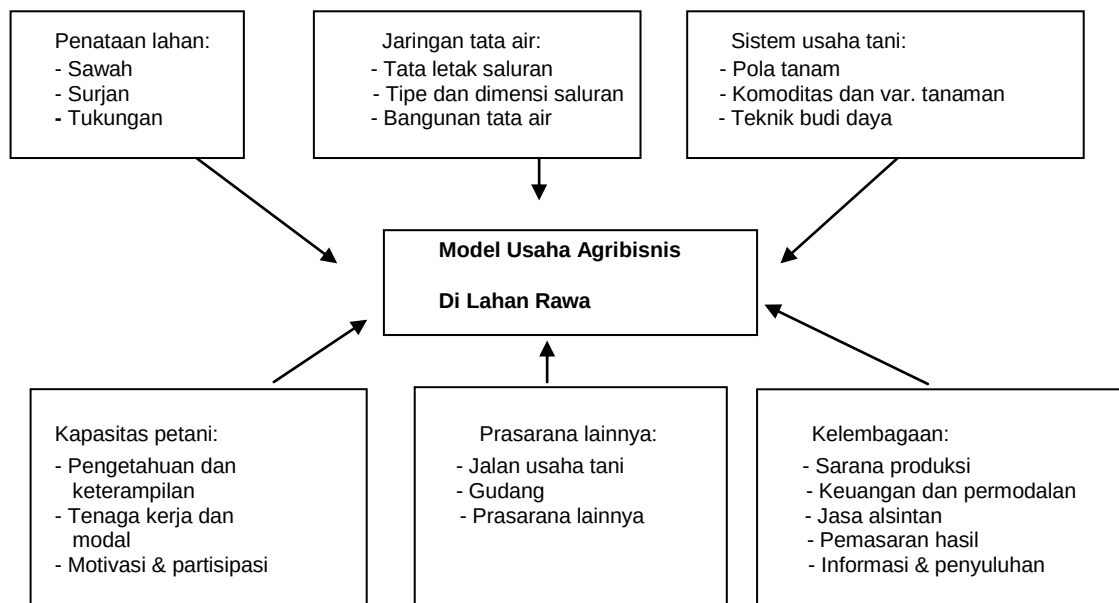
memasarkan hasil pertaniannya perlu ditingkatkan sehingga petani memiliki posisi tawar yang lebih baik dan menerima keuntungan yang lebih layak.

d. Subsistem keuangan dan permodalan

Terbatasnya modal merupakan salah satu kendala utama petani di lahan rawa dalam mengembangkan usaha tani yang intensif dan ekstensif. Terlebih lagi lembaga keuangan belum berkembang di wilayah ini. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah termasuk memberikan bantuan dana bergulir dan mengembangkan berbagai skem kredit, namun pada umumnya tidak berhasil baik. Oleh karena itu perlu dikembangkan lembaga keuangan desa dan Grameen Bank, yang fungsinya selain menyalurkan kredit, juga melayani berbagai transaksi keuangan di wilayah pengembangan. Prosedur pengajuan kredit harus sesederhana mungkin dan biayanya murah serta pencairan dana cepat dan jangka waktu pengembalian kreditnya lebih lama atau fleksibel.

e. Subsistem informasi dan penyuluhan

Peranan subsistem ini sangat penting dalam penyediaan dan penyebaran informasi terkini dari berbagai aspek terkait dengan pengembangan pertanian atau agribisnis di lahan rawa dan sekaligus meningkatkan kemampuan petani. Kemampuan Balai Informasi dan penyuluhan pertanian yang ada perlu ditingkatkan, baik sarana dan prasarananya maupun sumber manusianya (petugas penyuluh pertanian) (Gambar 7).



Gambar 7. Rancangan model agribisnis di lahan rawa

POTENSI DAN ADAPTASI SAYURAN DI LAHAN RAWA

1. Potensi beberapa jenis sayuran di lahan rawa

Sayuran yang umum dibudidayakan oleh petani di lahan rawa Kalimantan Selatan adalah bayam, cabai, kangkung, kacang panjang, pare, sawi, terong, timun, dan tomat. Sayuran-sayuran tersebut terbukti menguntungkan untuk diusahakan dan memiliki nilai kompetitif yang cukup baik. Sutikno *et al.* (2004) melaporkan bahwa pada lahan pasang surut tipe B tanaman hortikultura lebih berkompetitif selain padi. Rina *et al.* (2006) melaporkan untuk lahan rawa lebak dangkal hasil analisis menunjukkan bahwa secara berurutan: cabai dan ubi Alabio lebih kompetitif dari pada padi unggul. Sementara pada lahan rawa lebak tengahan, yang paling kompetitif adalah kacang tanah, semangka, labu kuning (waluh), dan terong, dibandingkan dengan padi unggul.

Terkait dengan karakteristik lahan rawa, maka produksi sayuran di lahan rawa tergantung pada keberhasilan dalam pengelolaan air, tanah, dan tanamannya. Koesrini *et al.* (2003) melaporkan bahwa hasil penelitian yang dilakukan di lahan pasang surut sulfat masam potensial dengan pH tanah awal tergolong sangat masam (pH = 4,22) dengan kejenuhan rendah (AI = 10,16%), perbaikan lahan dilakukan dengan pemberian kapur (2 t/ha) dan kotoran ayam (5 t/ha), sehingga pH naik menjadi 5,20 (masam) dan kejenuhan AI menjadi 0,21% (sangat rendah) memberikan hasil yang cukup baik. Pemberian pupuk kandang 5 t/ha, kapur dolomit 2 t/ha dan pupuk lengkap dapat meningkatkan hasil tanaman antara 55,65-79,97% (tomat); 47,93-86,85% (cabai); 30,36-61,67% (terung), 98,57-99,76% (mentimun), 95,49-97,57% (gambas); dan 11,85-49,52% (kacang panjang). Hasil penelitian Alwi *et al.*, 2006 dan Dj Noor *et al.* (2006) menunjukkan hasil tanaman sayuran di lahan lebak dan gambut dangkal (Tabel 7).

Tabel 7. Keragaan hasil beberapa jenis sayuran di lahan rawa pasang surut sulfat masam potensial, KP Belandean-Batola, MK 2003, rawa lebak. KP. Tanggul, Hulu Sungai Tengah, Kalsel. 2005, dan di lahan gambut dangkal, Desa Porwodadi, Kec. Maluku, Kab. Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, pada MH 2003

No.	Jenis sayuran	Varietas	Hasil t/ha		
			Pasang surut (Sulfat masam potensial)	Lebak tengahan	Gambut dangkal
1.	Cabai rawit	Bara	2,23	-	-
		Hot pepper	2,40	-	-
2.	Terung	Mustang	4,94	-	23,48
		Egg plant	5,32	-	-
		Naga ungu	-	-	25,65
		Naga hijau	-	-	25,83
		Land. ulin	-	-	15,35
		Lokal Tanjung	-	-	21,67

No.	Jenis sayuran	Varietas	Hasil t/ha		
			Pasang surut (Sulfat masam potensial)	Lebak tengahan	Gambut dangkal
3.	Kacang panjang	L.Pontianak	5,64	-	-
		HS (merah)	6,99	-	-
		HS (hitam)	9,44	-	-
		Pontianak	-	-	16,7
		DD tropica	-	-	11,16
		BH super	-	-	15,73
		2001	-	-	9,33
		Hijau super	-	-	9,28
4.	Mentimun	Panda	17,00	-	27,45
		Hercules	26,10	-	-
		Hijau roket	17,89	-	-
		Mars	23,13	-	29,38
		Pluto	19,25	-	18,26
		Saturnus	19,42	-	-
		Venus	-	-	31,32
		Lokal kuning	-	-	7,73
5.	Sawi	lokal	1,50	-	-
		Torano	-	4,77	-
		Thai Sun	-	4,34	-
		Green pack choi	-	3,22	-
		Permata	29,80	10,6	27,52
6.	Tomat	Oval	20,37	6,5	14,85
		Mirah	28,46	19,3	35,98
		Berlian	24,44	-	24,78
		Idola	-	10,6	-
		Geulis	-	13,3	-
		Mutiara	-	10,3	-
		Ratna	-	13,8	35,45
		Epoch	-	12,1	-
		Mitra	-	12,0	-
		Tanjung-1	7,45	-	4,72
7.	Cabai	Tanjung-2	7,23	-	3,44
		Hot Chili	-	13,20	5,95
		Tit Super	-	11,27	-
		Jati laba	-	7,65	-
		Prabu	-	-	7,72
		Tombak-1	-	-	4,10
		Lebat	8,73	-	-
8.	Buncis	Horti-I	1,87	-	-
		Horti-III	2,20	-	-
		KK cross	18,86	27,3	-
9.	Kubis	Gianty	-	9,7	-
		Summer power	-	6,4	-
		Green hero	-	4,2	-
		Prima F1	-	-	11,11
10.	Gambas	Starry	-	-	9,32
		Lokal	-	-	10,82
		Luffa C.	-	-	5,94
		ChiaTS	-	-	7,85
		Giok 9 F1	-	12,45	-
11.	Pare	Siam 71 F1	-	11,29	-
		Maya	-	9,04	-

2. Adaptasi beberapa jenis sayuran di lahan rawa

Identifikasi jenis dan varietas sayuran adaptif di lahan rawa dimaksudkan untuk mengetahui keragaan jenis sayuran yang adaptif, karena tidak semua jenis sayuran memiliki adaptasi yang baik di lahan rawa. Pengujian adaptasi beragam jenis sayuran di lahan rawa pasang surut menunjukkan bahwa sebagian besar sayuran dataran rendah memiliki adaptasi yang baik di lahan pasang surut. Dari pengujian yang telah dilakukan oleh Koesrini *et al.* (2003) dapat dirincikan adaptasi beberapa jenis sayuran di lahan rawa pasang surut seperti tercantum pada (Tabel 8).

Tabel 8. Keragaan hasil dan komponen hasil 10 jenis sayuran di lahan sulfat masam potensial, KP Belandean-Batola, MK 2003

Jenis dan varietas tanaman	Skor adaptasi	Jumlah buah/tanaman	Berat/buah (g)	Hasil (kg/ha)
1. Cabai rawit				
a. Bara	1	93,57	0,89	2.228
b. Hot pepper	1	119,93	0,93	2.395
2. Terung				
a. Mustang	1	2,00	119	4.939
b. Egg plant	1	2,73	114	5.317
3. Kacang panjang				
a. L. Pontianak	1	21,37	11,97	5.637
b. HS (merah)	1	14,97	16,07	6.987
c. HS (hitam)	1	17,53	14,53	9.440
4. Mentimun				
a. Panda	1	1,93	257,83	17.002
b. Hercules	1	2,40	297,53	26.101
c. Hijau roket	1	1,50	254,30	17.888
d. Mars	1	2,27	254,43	23.131
e. Pluto	1	1,80	230,63	19.248
f. Saturnus	1	1,27	243,17	19.424
5. Sawi lokal	1	1,00	112,8	1.504
6. Tomat				
a. Permata	1	44,80	34,16	29.797
b. Opal	2	38,00	24,41	20.373
c. Mirah	2	23,87	56,10	28.458
d. Berlian	3	28,00	54,39	24.436
7. Cabai				
a. Tanjung-1	3	58,9	6,75	7.450
b. Tanjung-2	1	34,9	8,66	7.230
8. Buncis				
a. Lebat	1	71,1	5,87	8.731
b. Horti-I	2	42,9	5,63	1.867
c. Horti-III	4	42,1	3,93	2.197
9. Kubis				
KK cross	2	1,00	1.010	18.864
10. Daun bawang	4	1,50	20,37	261,5

Hasil uji adaptasi menunjukkan bahwa dari 10 jenis sayuran yang diuji, hanya bawang daun yang tidak adaptif di lahan tersebut. Hampir 90% tanaman bawang daun mati dengan gejala bagian pangkal daun membusuk dan kemudian

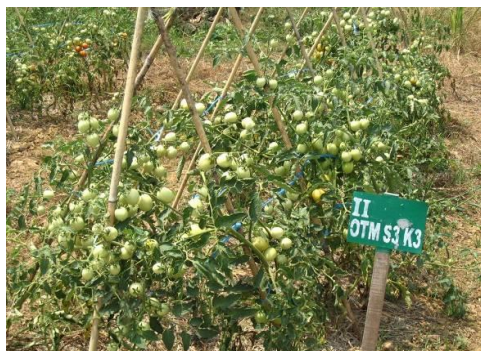
tanaman mati, sedangkan tanaman yang tumbuh juga sangat menderita. Hanya sebagian tanaman yang mampu membentuk umbi baru. Dari sembilan jenis tanaman yang adaptif, terlihat bahwa tanaman cabai rawit, terung, kacang panjang, timun, dan sawi tergolong adaptif dengan nilai skor 1. Tomat, cabai, buncis, dan kubis tergolong cukup adaptif dengan nilai skor 2 (Koesrini *et al.*, 2003).



Gambar 8. Keragaan kubis (varietas KK Crosi) dan terung (varietas Mustang) di lahan tanah sulfat masam. KP. Belandean, Barito Kuala Kalsel. 2005 (Sumber Koesrini *et al.*, 2006)



Gambar 9. Tanaman sawi dan *kucai* di lahan gambut tebal, Desa Selamat, Kab. Pontianak. Kalimantan Barat. 2006 (Sumber Alwi *et al.*, 2006)



Gambar 10. Keragaan tanaman cabai dan tomat di lahan rawa lebak, KP. Tanggul, Hulu Sungai Tengah, Kalsel (Sumber Dj Noor, 2006)

PENUTUP

Peluang pengembangan usaha tani sayuran di lahan rawa ini perlu mendapat perhatian sebagai alternatif untuk mengimbangi kemerosotan luas lahan-lahan subur di Pulau Jawa yang selama ini bertindak sebagai pemasok utama sayuran nasional. Untuk mengimbangi permintaan sayuran yang terus meningkat, menuntut peningkatan produksi dalam rangka memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menekan masuknya sayuran dari luar negeri.

Lahan rawa memiliki peluang baik dari segi aspek lahan dan lingkungan serta teknologi produksi untuk pengembangan dan agribisnis sayuran. Untuk itu dukungan dari semua pihak seperti peneliti, petani, pemerintah, pelaku usaha, dan instansi terkait lainnya sangat dibutuhkan guna meningkatkan potensi lahan rawa sebagai lahan pengembangan sayuran masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T., E.E. Ananto, H. Supriadi, I.G. Ismail, dan D.E. Sianturi. 2000. Dwi windu Penelitian Lahan Rawa: Mendukung pertanian Masa Depan. Proyek Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu-ISDP. Badan Litbang Pertanian. (tidak dipublikasikan)
- Alihamsyah, T., M. Sarwani, A. Jumberi, I. Ar-Riza, I. Noor, dan H. Sutikno. 2003. Lahan rawa pasang surut pendukung ketahanan pangan dan sumber pertumbuhan agribisnis. Monograf Balittra-Banjarbaru. 53 hlm.
- Alwi, Muhammad, Muhammad Noor, dan Yuli Lestari. 2006. Budi daya sayuran di Lahan Gambut. Monograf Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi daya dan Peluang Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 19 hlm.
- Balittra. 2002. Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan rawa. Balai Penelitian Pertanian Lahan rawa, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Balittra. 2004. Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan rawa. Balai Penelitian Pertanian Lahan rawa, Pusat Penelitian dan pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Balittra–SPFS FAO. 2004. Perbaikan kualitas air dan rancang bangun irigasi tetes untuk tanaman sayuran di lahan pasang surut sulfat masam. Laporan penelitian kerjasama antara Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa dan Special Program for Food Security–FAO. (tidak dipublikasikan)
- Dj Noor, Dakhyar Nazemi, dan Nurul Fauziati. 2006. Budi daya sayuran di Lahan Rawa Lebak. Monograf Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi dayadan Peluang Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2006. 15 hlm.

- Fauziati, Nurul, Isdidjanto Ar-Riza, Linda Indrayati, Yulia Raihana, dan Nurita. 2002. Pengaruh Varietas dan Pupuk Organik pada Tanaman Kubis di Lahan Rawa Lebak. *Dalam* Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2002. Balai Penelitian Pertanian Lahan rawa, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Hairani, Anna, Izzuddin Noor, dan M. Saleh 2006. Teknologi Budi daya Sayuran di Lahan Sulfat Masam Aktual. Monograp Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi dayadan Peluang Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2006. 14 hlm.
- Jumberi, A., M. Sarwani, dan Koesrini. 2003. Komponen Teknologi Pengelolaan Lahan dan Tanaman untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Produksi di Lahan Sulfat Masam. *dalam* Laporan Akhir 2003. Balittra-Banjarbaru. (tidak dipublikasikan)
- Jumberi, Achmadi, dan Trip Alihamsyah. 2006. Usaha Agribisnis di Lahan Rawa Pasang Surut. Monograf Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. 22 hlm.
- Koesrini, I. Khairullah, S.Sulaiman, S. Subowo, R. Humairie, F. Azzahra, M. Imberan, E. William, M. Saleh, dan D. Hatmoko. 2003. Daya toleransi tanaman di lahan sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian Balittra-Banjarbaru. 20 hlm. (tidak dipublikasikan)
- Koesrini, E. William, L. Indrayati, dan E. Berlian. 2005. Stratifikasi daya toleransi tanaman hortikultura menurut tingkat cekaman fisiko-kimia lahan sulfat masam potensial. Laporan Hasil Penelitian. Balittra-Banjarbaru. 22 hlm. (tidak dipublikasikan)
- Koesrini, E. William, M. Saleh, L. Indrayati, dan E. Berlian. 2006a. Stratifikasi cekaman lahan sulfat masam potensial untuk tanaman padi dan berbagai tanaman hortikultura. Laporan Hasil Penelitian. Balittra-Banjarbaru. (tidak dipublikasikan)
- Koesrini, Linda Indrayati, dan Eddy William, 2006b. Teknologi Budi Daya Sayuran di Lahan Sulfat Masam Potensial. Monograf Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi Daya dan Peluang Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2006. 13 hlm.
- Noor, Muhammad. 2004. Lahan Rawa. Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 241 hlm.
- Noor, Muhammad, Heru Sutikno, dan Achmadi Jumberi. 2006. Perspektif Pengembangan Sayuran di Lahan Rawa. Monograf Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi dayadan Peluang Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2006. 8 hlm.

- Prayudi, B., M. Alwi, dan H. M. Z. Arifin. 2003. Karakteristik, potensi dan daya hasil beberapa jenis dan varietas sayuran di lahan gambut dangkal. Laporan Hasil Penelitian Balittra tahun 2003. Balittra. (Tidak dipublikasikan)
- Rina Y., H. Sutikno, dan D. Nazemi, 2006. Analisis Ekonomi dan Keunggulan Kompetitif Komoditas Pertanian di Lahan Lebak. Prosiding Seminar Nasional PERAGI Yogyakarta, 3 Agustus 2006.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. IPB. Bogor.
- Subagyo 2002. Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa. Monograf Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. 22 hlm.
- Subagyo H. 2006a. Lahan Rawa Lebak. Monograf Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. 51 hlm.
- Subagyo H. 2006b. Lahan Rawa Pasang Surut. Monograf Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. 75 hlm.
- Suprihatno, B. T. Alihamsyah, dan E.E. Ananto. 1999. Teknologi pemanfaatan lahan pasang surut dan lebak untuk pertanian tanaman pangan. Prosiding simposium penelitian tanaman pangan IV di Bogor, tanggal 22-24 November.
- Suriadikarta, D.A., M. Anda, dan A. Adimiharja. 2000. Penyempurnaan sistem reklamasi dan pengembangan tata air mendukung keberlanjutan pengembangan tata air mendukung keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan rawa. Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sutanto, R. 2006. Penerapan Pertanian Organik. Penerbit Kanisius-Yogyakarta. 219 hlm.
- Sutikno, H., I. AR-Riza dan Noorginayuwati. 2004. Apresiasi Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan Lahan dan Tanaman Terpadu (PLTT) di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam. Laporan Akhir Balittra T.A 2004. (Tidak dipublikasikan)
- Widjaja Adhi, IPG. K. Nugroho, Didi Ardi S, dan A. Syarifudin Karama. 1992. Sumber daya lahan pasang surut, rawa dan pantai: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Disajikan pada Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa. Cisarua 3-4 Maret 1992. 45 hlm. (tidak dipublikasikan).

- Widjaja-Adhi, I.P.G. dan T. Alihamsyah. 1998. Pengembangan lahan pasang surut: potensi, prospek, dan kendala serta teknologi pengelolaannya untuk pertanian. *Dalam*: Prosiding Seminar Himpunan Ilmu Tanah. Malang, 18 Desember 1998.
- Wiryanta, B.T.W. 2002. Bertanam Tomat. Agro Media Pustaka. 101 hlm.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS USAHA SAYURAN DI LAHAN KERING DATARAN TINGGI JAWA TENGAH

Cahyati Setiani dan Retno Pangestuti

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Jawa Tengah

PENDAHULUAN

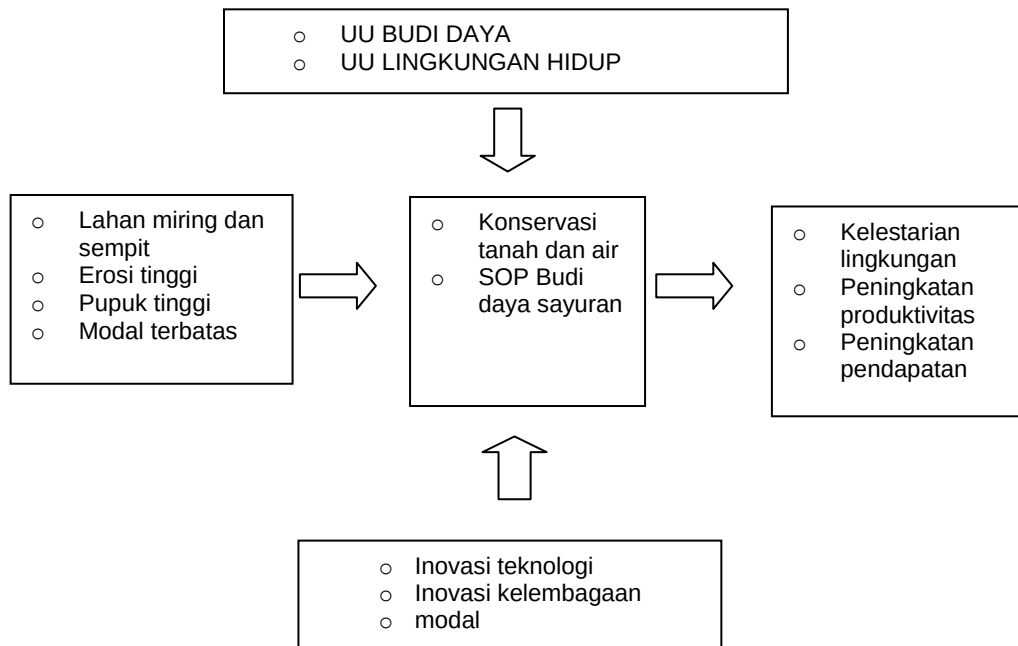
Kehidupan rumah tangga petani lahan kering dataran tinggi dihadapkan pada permasalahan biofisik dan ekonomi. Secara topografi, lahan kering dataran tinggi memiliki tingkat kelerengan yang cukup tinggi, berkisar antara 15%-45%. Kondisi ini mengakibatkan lahan tersebut rawan terhadap erosi. Pada umumnya tingkat erosi berada di luar ambang batas erosi. Di sisi lain tingkat pemilikan lahan yang relatif sempit mengakibatkan petani berusaha mengeksploitasi tanah dan memberikan input yang tinggi untuk mendapatkan hasil maksimal. Padahal kepemilikan modal mereka terbatas, sehingga sistem tebasan sebelum panen dan hutang saprodi yang dibayar setelah panen sudah merupakan alternatif pilihan yang tak terhindarkan.

Sudah tidak dapat ditunda lagi, aspek konservasi tanah dan air harus menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam melakukan usaha sayuran agar tingkat kerusakan lingkungan tidak menjadi semakin parah. Salah satu cara yang ditempuh adalah dengan menerapkan *standart operasional prosedur* (SOP) sayuran pada kegiatan usahanya.

Sasaran yang ingin dicapai dengan adanya tindakan perbaikan aspek konservasi tanah dan mengikuti budi daya SOP adalah kelestarian lingkungan dan peningkatan produktivitas tanaman sayuran, sekaligus pada akhirnya adalah terjadinya peningkatan pendapatan rumah tangga petani.

METODOLOGI

a. Kerangka berpikir



b. Metode penelitian

Kegiatan pengkajian mengenai peningkatan produktivitas usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi dilakukan di Desa Segorogunung, Kabupaten Karanganyar, Desa Senden, Kabupaten boyolali, dan Desa Losari, Kabupaten Semarang yang berada di wilayah Provinsi Jawa Tengah, Indonesia pada 2009.

Penelitian dilakukan dengan cara survey menggunakan kuesioner terstruktur (terbuka dan tertutup) yang sudah disediakan sebelumnya. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan observasi lapang. Wawancara dilakukan pada 20 responden di masing-masing lokasi. Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi

Usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi selalu diusahakan dengan pola tanam tumpang sisp. Rata-rata indeks pertanaman (IP) mencapai 400. Komoditas yang diusahakan bervariasi dan selalu berusaha menyesuaikan pasar, dengan harapan akan diperoleh harga tinggi.

b. Produktivitas usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi

Usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi, produktivitasnya sangat tergantung dari teknik budi daya yang dilakukan dan harga di pasar pada saat panen. Rata-rata hasil sayuran (wortel, tomat, cabai, loncang, bawang merah, dan sawi, kubis) sekitar 10-25% dari potensi yang ada.

c. Permasalahan usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi

Menurut petani, permasalahan utama usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi, adalah hama dan penyakit sehingga biaya input (obat-obatan) relatif tinggi, mencapai 20-30% dari total biaya produksi. Selain itu, biaya pemupukan juga mencapai 20-30% dan ada kecenderungan semakin meningkat setiap tahunnya. Permasalahan lain adalah harga yang sangat berfluktuasi dan keterbatasan modal mengakibatkan 30% petani melakukan penjualan dengan sistem tebasan.

Erosi akibat usaha sayuran yang diusahakan petani relatif tinggi. Walaupun dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran erosi, namun dari keragaan pertanaman dapat diketahui erosi yang terjadi pada saat musim hujan relatif tinggi. Usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi dilakukan sampai pada kelerengen 30% dan bahkan pada kelerengen yang lebih tinggipun petani masih berani mengusahakannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Ketepatan pemilihan jenis komoditas usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi sangat menentukan produktivitas.
- Penanganan hama penyakit yang dapat menurunkan produksi dilakukan dengan pendekatan pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (secara teknis dan kimia dengan memperhitungkan ambang ekonomi).
- Usaha sayuran di lahan kering dataran tinggi perlu diarahkan dengan pendekatan sistem usaha tani tanaman–ternak untuk mengurangi input produksi sekaligus peningkatan aspek konservasi tanah.
- Pertanaman labu siam perlu dikembangkan di lahan kering dataran tinggi, karena sangat efektif mengendalikan erosi sekaligus dapat memberikan pendapatan harian bagi petani.

KONSERVASI LANSEKAP PERTANIAN LAHAN KERING BERBASIS SAYURAN Mendukung Pengembangan Agrowisata di DATARAN TINGGI MERBABU

Umi Haryati, Tati Budiarti, dan Afra D. Makalew

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Lanskap pertanian merupakan salah satu objek agrowisata. Oleh karena itu kelestariannya menjadi isu penting untuk mendukung pengembangan agrowisata. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknik konservasi tanah dan air yang spesifik, sesuai dengan agroekosistemnya serta dapat direkomendasikan dan berpeluang dikembangkan dalam mendukung kegiatan usaha tani yang telah berjalan di lokasi setempat dan lokasi yang mempunyai tipe agroekosistem serupa. Penelitian dilaksanakan di Desa Ketep, dan Banyuroto (800–1800 m dpl), Kec. Sawangan, Kab. Magelang pada bulan Juni s/d Agustus 2009. Penelitian dilaksanakan melalui metode survei. Survei dilakukan 2 tahap, yaitu: 1) survei lapangan untuk mengetahui kondisi agroekosistem setempat khususnya yang berkaitan dengan teknik konservasi tanah dan air, dan 2) wawancara semi struktural, untuk menggali peluang dan kendala penerapan teknik konservasi tanah dan air dengan menggunakan pertanyaan kunci (*key question*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe penggunaan lahan yang dominan adalah lahan kering/tegalan dengan usaha tani dominan sayuran. Sebagian besar petani di Desa Ketep dan Banyuroto merupakan petani pemilik, rata-rata pemilikan > 0,50 ha dan < 0,25 ha masing-masing untuk Desa Ketep dan Banyuroto. Kemiringan lahan pada areal budi daya pertanian di lokasi penelitian berkisar dari landai (8–15%), agak curam (15–25%), curam (25–40%), sangat curam (40–60%) sampai terjal (> 60%). Erosi aktual yang terjadi berkisar dari erosi permukaan/lembar (*sheet erosion*) sampai longsor (*landslide*). Teknik konservasi tanah dan air yang telah dilaksanakan petani di lokasi penelitian dapat dibagi menurut tipe penggunaan lahan yang ada. Sebagian besar petani di lokasi penelitian sudah melaksanakan teknik konservasi tanah dan air baik mekanik maupun vegetatif ataupun kombinasi keduanya. Teras bangku merupakan teknik konservasi *existing* yang umum dijumpai pada lahan tegalan dengan kualitas yang bervariasi dari sederhana/rendah sampai baik. Teknik konservasi tanah dan air yang dapat direkomendasikan berupa perbaikan kualitas teras bangku, teknik konservasi air dan kombinasi teknik konservasi mekanik dan vegetatif. Selain itu teknik pemanenan air berupa embung dan rorak dapat melengkapi teknik konservasi tanah. Aplikasi teknik konservasi di lahan kering menjumpai beberapa kendala diantaranya pengetahuan petani, status pemilikan lahan, keterbatasan sumber daya lahan, keterbatasan modal, dan keterbatasan tenaga kerja produktif. Beberapa alternatif pemecahan yang dapat ditawarkan antara lain penyuluhan, training singkat, sosialisasi (temu lapang); teknologi konservasi yang mudah, murah, tidak permanen dan introduksi ternak; usaha tani intensif dengan teknologi tinggi dan komoditas bernilai ekonomi tinggi; menghimpun modal bersama (koperasi), arisan, *refolving fund*/subsidi; sewa tenaga kerja atau gotong royong.

PENDAHULUAN

Agrowisata adalah kegiatan rekreasi yang menjadikan pertanian sebagai salah satu objek yang dikunjungi. Agrowisata atau wisata pertanian didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas perjalanan wisata yang memanfaatkan lokasi atau sektor pertanian mulai dari awal produksi hingga diperoleh produk pertanian dalam beberapa sistem dan skala, dengan tujuan untuk memperluas pengetahuan, pemahaman, pengalaman dan rekreasi di bidang pertanian (Nurisjah, 2001). Menurut Arifin (1992) agrowisata merupakan salah satu bentuk kegiatan wisata yang dilakukan di kawasan pertanian dan aktivitas di dalamnya meliputi persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, pengolahan hasil panen sampai dengan bentuk siap dipasarkan dan bahkan wisatawan dapat membeli produk pertanian tersebut sebagai oleh-oleh. Kegiatan agrowisata dilakukan pada lanskap pertanian dan salah satu obyek utamanya adalah lanskap pertanian dengan budaya pertanian yang diterapkan masyarakat setempat. Oleh karena itu keberadaan lanskap pertanian menjadi bagian penting dalam kegiatan ini, sehingga kelestariannya menjadi isu penting untuk mendukung pengembangan agrowisata.

Lahan kering merupakan salah satu bentuk lanskap pertanian yang sebagian besar tersebar di daerah aliran sungai (DAS) bagian hulu. Lanskap ini dicirikan oleh topografi yang didominasi kategori berombak sampai bergunung. Usaha tani di kawasan ini dihadapkan pada beberapa kendala diantaranya degradasi lahan akibat erosi. Usaha tani pada lahan dengan kemiringan yang curam tanpa tindakan atau kaidah konservasi tanah dan air yang memadai akan menyebabkan erosi sehingga terjadi penurunan kualitas lahan atau degradasi lahan dan akhirnya usaha atau kegiatan pertanian di kawasan ini menjadi tidak lestari.

Menurut Arsyad (2000), konservasi tanah dan air adalah penempatan setiap bidang tanah menurut kemampuannya dan memperlakukannya sehingga tanah dapat digunakan secara lestari. Metode konservasi tanah dan air dibagi ke dalam tiga kategori yaitu: 1) teknik konservasi tanah mekanik; 2) teknik konservasi tanah vegetatif, dan 3) teknik konservasi tanah kimiawi.

Telah banyak hasil-hasil penelitian teknologi konservasi tanah dan air, baik teknik konservasi mekanik (Abujamin dan Suwardjo, 1979; Haryati *et al.*, 1989; Thamrin *et al.*, 1990; Tala'ohu *et al.*, 1992; Haryati *et al.*, 1993; Haryati *et al.*, 1995; Suganda *et al.*, 1997; Haryati dan Undang Kurnia, 2001, Erfandi *et al.*, 2002) maupun vegetatif (Abujamin, 1980; Suwardjo, 1981; Suwardjo *et al.*, 1989; Sutapraja dan Asandhi, 1998; Haryati *et al.*, 1991) yang secara teknis telah terbukti dapat menanggulangi erosi dan aliran permukaan, memperbaiki sifat-sifat fisik tanah, serta dapat memelihara kelembapan tanah yang akhirnya

mengurangi pengaruh cekaman air terhadap tanaman sehingga produktivitas tanaman dapat dipertahankan. Teknik konservasi tanah dan air merupakan teknologi yang spesifik lokasi sehingga untuk menerapkannya diperlukan pengetahuan tentang kondisi agroekosistem setempat dimana teknologi tersebut akan diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknik konservasi tanah dan air yang spesifik yang dapat direkomendasikan dan berpeluang untuk dikembangkan dalam mendukung kegiatan usaha tani dan agrowisata yang telah berjalan di lokasi setempat dan lokasi yang mempunyai tipe agroekosistem serupa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan salah satu kegiatan kerjasama penelitian peneliti dan perguruan tinggi (KKP₃T) dengan judul Penelitian Pengembangan Agrowisata Berbasis Komunitas untuk Konservasi Lanskap Pertanian dan Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat di Pedesaan. Penelitian dilaksanakan di Desa Ketep dan Desa Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang pada bulan Juni - Agustus 2009.

Penelitian dilaksanakan melalui metode survei. Survei dilakukan melalui 2 tahap, yaitu:

1. Survei lapangan untuk mengetahui kondisi agroekosistem setempat khususnya yang berkaitan dengan teknik konservasi tanah dan air. Kegiatan pengamatan dilakukan dengan mengisi form yang telah disiapkan sebelumnya.
2. Wawancara semistruktural, untuk menggali peluang dan kendala penerapan teknik konservasi tanah dan air dengan menggunakan pertanyaan kunci (*key question*).

Pada survei di lapangan, dilakukan pengamatan tentang hal-hal sebagai berikut: kemiringan lahan, tekstur tanah dominan, penggunaan lahan aktual, vegetasi dominan, erosi aktual, teknik konservasi *existing*, dan pengamatan profil tanah. Untuk mengetahui sifat fisik tanah dilakukan pengambilan *ring sampel* dan analisis dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah, Balai Penelitian Tanah. Pengambilan contoh tanah komposit dilakukan untuk analisis sifat kimia tanah untuk mengetahui status kesuburan tanah. Selain itu digunakan pula data sekunder tentang karakteristik biofisik yang menyangkut iklim, topografi, jenis tanah, dan lain-lain dari instansi terkait.

Pada tahap kedua, wawancara dilakukan secara individu terhadap masing-masing petani tanggapden. Pemilihan petani tanggapden dilakukan secara *purposive sampling*. Tanggapden yang dipilih adalah petani yang

mengusahakan lahan kering dan atau usaha tani lahan kering merupakan kontribusi terbesar dalam penghasilan keluarganya. Pertanyaan kunci (*key question*) yang digunakan meliputi: luas lahan garapan, status kepemilikan lahan, komoditas dominan yang diusahakan, persepsi petani tentang konservasi tanah dan air, alasan petani tidak atau melakukan tindakan konservasi, preferensi petani tentang alternatif teknik konservasi yang mungkin diterapkan, masalah penerapan teknik konservasi, dan peluang penerapan teknik konservasi terpilih.

Hasil pengamatan atau data mengenai hasil pengamatan di lapangan maupun data dari hasil wawancara semistruktural dengan petani, ditabulasi dan diolah secara statistik sederhana serta disajikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agroekosistem

Letak geografis dan topografi

Lokasi penelitian meliputi Desa Ketep dan Banyuroto yang secara administratif merupakan bagian dari Kec. Sawagan, Kab. Magelang, sekitar 5 km dari Kab. Magelang. Posisi geografis terletak antara 7°27'2" - 7°33'43" LS dan 110°16'07" - 110°26'22" BT. Secara fisiografi terletak di lereng Gunung Merbabu mulai dari ketinggian $\pm$ 800 mdpl sampai dengan 1.200 m dpl untuk Desa Ketep, yang hampir 100% merupakan daerah perbukitan, dan $\pm$ 1.100 m dpl sampai dengan 1800 m dpl untuk Desa Banyuroto dengan topografi datar (30%), bergelombang (35%) sampai berbukit (35%). Kondisi prasarana perhubungan di tingkat kecamatan secara umum sangat baik. Daerah ini dilalui jalan kabupaten yang menghubungkan Magelang dengan Boyolali, dan Magelang dengan Salatiga. Jalan yang menghubungkan desa-desa sudah berupa jalan aspal, sedangkan jalan ke dusun-dusun masih berupa jalan batu/makadam.

Desa Ketep mempunyai luas wilayah 418,945 ha dan Banyuroto 622,130 ha. Batas administrasi dari Desa Ketep, sebelah utara berbatasan dengan Desa Wulunggunung, sebelah selatan dengan Desa Wonolelo, sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Dukun, dan sebelah timur berbatasan dengan Desa Banyuroto. Sedangkan batas wilayah Desa Banyuroto adalah Desa Wulunggunung di sebelah utara, Wonolelo di sebelah selatan, Desa Ketep di sebelah barat dan Gunung Merbabu di sebelah timur.

Jarak Desa Ketep ke ibukota kecamatan sekitar 5 km, 24 km ke ibukota kabupaten dan 102 km ke ibukota provinsi. Desa Banyuroto berjarak 28 km ke ibukota kabupaten, 100 km ke ibukota provinsi, dan 28 km ke ibukota kecamatan.

Iklim dan hidrologi

Desa Ketep dan Banyuroto mempunyai iklim yang relatif sama karena kedua desa tersebut letaknya berdampingan serta berada pada elevasi yang tidak begitu berbeda. Berdasarkan Peta Sumber Daya Iklim Indonesia (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, 2003), daerah penelitian mempunyai tipe iklim basah dengan pola hujan III A, mempunyai curah hujan tahunan berkisar 2000 – 3000 mm dengan pola tunggal (*simpel wave*), terjadi perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kemarau. Bulan basah ($CH > 100$ mm/bulan) terjadi selama > 6 bulan dan bulan kering ($CH < 100$ mm/bulan) < 6 bulan.

Berdasarkan data curah hujan selama 4 tahun (2001–2004), rata-rata curah hujan tahunan adalah 2212 mm/tahun, rata-rata bulanan 184,2 mm, rata-rata hari hujan 148 hari/tahun dengan 7 bulan basah dan 5 bulan kering. Bulan-bulan basah terjadi pada bulan November, Desember, Januari, Pebruari, Maret, April, Mei, sedangkan bulan kering terjadi pada bulan Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata curah hujan bulanan selama 4 (empat) tahun di Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang

Bulan	2001		2002		2003		2004		Rata-rata	
	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)
Januari	303	20	254	30	572	23	306	25	359	25
Pebruari	327	15	181	12	469	23	289	23	317	18
Maret	405	24	305	14	546	14	268	23	381	19
April	159	13	118	8	115	8	147	18	135	12
Mei	173	7	138	6	74	6	210	21	149	10
Juni	29	2	33	4	70	4	16	8	37	5
Juli	12	1	0	0	0	0	75	11	22	3
Agustus	0	0	0	0	0	0	3	4	1	1
September	8	4	0	0	6	4	22	7	9	4
Oktober	31	9	0	0	82	16	61	8	44	8
November	158	19	468	21	549	26	189	21	341	22
Desember	408	13	751	24	402	24	117	27	420	22
Jumlah	2013	127	2248	119	2885	148	1703	196	2212	148

Sumber: Kecamatan Sawangan Dalam Angka (2004)

Berdasarkan hasil analisis neraca air, lahan-lahan kering di daerah penelitian mengalami surplus air pada bulan Desember sampai dengan bulan Maret, sedangkan bulan-bulan defisit terjadi pada bulan April sampai dengan bulan Oktober, sehingga diperlukan penyiraman untuk memenuhi kebutuhan air tanaman.

Geologi dan bahan induk

Berdasarkan peta geologi lembar Magelang – Semarang (1408-5 & 1409-2) dan lembar Yogyakarta (1408-2 & 1407-5), daerah penelitian termasuk formasi batuan Gunung Api Merbabu (Qme) yang tersusun dari batuan Vulkan muda yang terbentuk pada zaman Kwartar, yaitu Basal Olivin dan Andesit Augit di bagian puncaknya dan formasi endapan gunung api merapi muda (Qmi) yang tersusun dari tuf, abu, breksi, aglomerat, dan leleran lava tak terpisahkan. Formasi merbabu terletak mulai dari daerah puncak Gunung Merbabu sampai ke kaki vulkan. Sedangkan formasi Merapi terletak di bagian selatan pada daerah dataran vulkan (Balai Penelitian Tanah, 2005).

Landform dan bentuk wilayah

Kecamatan Sawangan terhampar di permukaan Gunung Merbabu, mulai dari puncak gunung sampai kaki vulkan di bagian bawahnya. Sedangkan di bagian lebih bawah lagi merupakan dataran vulkan yang dipengaruhi oleh leleran Gunung Merapi. Berdasarkan *landform*nya, daerah penelitian merupakan daerah vulkan yang dibagi menjadi lereng atas, lereng tengah, lereng bawah, kaki vulkan, dataran vulkan dan pelembahan sempit. Dataran vulkan merupakan *landform* yang terluas (1826 ha), sedangkan lereng bawah luasannya paling kecil (491 ha) (Tabel 2).

Tabel 2. Luas *landform* di daerah penelitian

<i>Landform</i>	Luas	
	(ha)	(%)
Dataran vulkan	1826	24,56
Kaki vulkan	1153	15,51
Lereng bawah	491	6,60
Lereng tengah	1052	14,15
Lereng atas	678	9,12
Pelembahan sempit	1563	21,08
Permukiman	667	8,98
Total	7433	100,00

Sumber: (Balai Penelitian Tanah, 2005)

Kondisi kemiringan lahan sangat bervariasi mulai datar di bagian bawah sampai terjal di bagian paling atas. Tingkat kemiringan lahan termasuk datar (1-3%) terdapat di dataran vulkan, secara berangsur meningkat dengan bertambahnya ketinggian menjadi agak landai (3–8%) di bagian dataran dan kaki vulkan, landai (8-15%) di kaki vulkan dan sebagian lereng tengah, agak curam (15–25%) di kaki vulkan, curam (25–40%) di lereng bawah dan sebagian daerah

pelembahan sempit, sangat curam (40–60%) di daerah pelembahan sempit, sampai terjal (> 60%) di bagian lereng atas.

Kondisi tanah

Berdasarkan sistem klasifikasi *Soil Taxonomy*, tanah-tanah yang dijumpai di daerah penelitian dalam tingkat ordo tergolong dalam Inceptisols dan Andisols, atau sepadan dengan Gleysol dan Cambisol untuk Inceptisol dan Andosols untuk Andisols berdasarkan sistem klasifikasi FAO dan Pusat Penelitian Tanah (1983). Inceptisols yang dijumpai tergolong dalam grup Epiaquepts dan Eutrudepts. Sampai tingkat subgrup tanah-tanah Inceptisols terbagi menjadi Typic Eutrudepts dan Andic Eutrudepts. Andisols yang dijumpai tergolong dalam grup Udivitrands dan subgrup Typic Udivitrands yang berkembang dari bahan basal andesit. Typic Udivitrands yang dijumpai di daerah penelitian umumnya bersolum dangkal sampai dalam, drainase baik sampai cepat, tekstur permukaan bervariasi dari liat berpasir sampai pasir berlempung dan bereaksi agak masam. (Balai Penelitian Tanah, 2005).

Sifat fisik dan kimia tanah

Tanah di lokasi penelitian di Desa Banyuroto mempunyai sifat fisik tanah yang cukup baik, karena mempunyai porositas yang tinggi (RPT >60% volume), BD yang rendah (< 1,0), pori drainase cepat tinggi, pori air tersedia yang cukup tinggi, dan permeabilitas yang tinggi (Tabel 3). Ini berarti tanah tersebut tidak padat (BD < 1,0) sehingga mempunyai daya penetrasi yang dapat ditembus oleh akar tanaman. Selain itu sifat-sifat fisik tanah tersebut mengindikasikan bahwa ketersediaan air yang cukup baik, sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman dengan baik. Hal ini dicerminkan dengan tingkat porositas yang tinggi dan pori air tersedia yang cukup baik.

Tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sifat fisik tanah di bagian atas dan tanah-tanah di bagian bawah di Desa Banyuroto. Tanah-tanah tersebut mempunyai tekstur yang sama baik pada lapisan atas (0- 20 cm) (debu) maupun pada sub-soil (20–40 cm) (lempung berpasir).

Demikian juga dengan sifat fisik tanah di lokasi penelitian di Desa Ketep, baik pada bagian atas, maupun bagian bawah tidak mempunyai sifat yang berbeda. Sama-sama mempunyai BD yang rendah, porositas yang tinggi, pori drainase cepat yang tinggi dan pori air tersedia yang cukup tinggi (Tabel 4). Artinya sifat fisik tanah tersebut mempunyai sifat fisik yang cukup baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Tabel 3. Sifat fisik tanah di lokasi penelitian pada tanah *Typic Udivitrands*, Garon/BS1-Desa Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Sifat Fisik	Kedalamam (0 – 20) cm		Kedalaman (20 - 40) cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
Kadar air (% vol)	33,53	tinggi	24,68	Sedang
PD g cm ⁻³	2,56	tinggi	2,41	Sedang
BD g cm ⁻³	0,93	rendah	0,83	Rendah
RPT (% vol)	63,55	tinggi	65,79	Tinggi
Kadar air (% vol)				
pF 1	54,90		53,46	
pF 2	37,90		30,14	
pF 2,54	30,09		21,20	
pF 4,20	7,93		8,62	
Pori drainase (% vol)				
Cepat	25,65	tinggi	35,65	Tinggi
Lambat	7,81	rendah	8,94	Rendah
Air tersedia (% vol)	22,16	sedang	12,58	Rendah
Permeabilitas (cm jam ⁻¹)	17,91	cepat	19,86	Cepat
Tekstur (%)				
Pasir	9	debu	66	Lempung
Debu	85		27	berpasir
Liat	6		7	

Keterangan: Dianalisis di Laboratorium Fisika, Tanah Balai Penelitian Tanah, PD = partikel density; BD = bulk density; RPT = ruang pori total

 Tabel 4. Sifat fisik tanah di lokasi penelitian pada tanah *Andic Eutrudepts*, Ketep/BS3-Desa Ketep, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Sifat Fisik	Kedalamam (0 – 20) cm		Kedalaman (20 - 40) cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
Kadar air (% vol)	38,21	tinggi	27,48	Sedang
PD g cm ⁻³	2,63	tinggi	2,72	Tinggi
BD g cm ⁻³	0,83	rendah	1,16	Sedang
RPT (% vol)	68,26	tinggi	57,51	Tinggi
Kadar air (% vol)				
pF 1	45,49		51,71	
pF 2	41,46		38,94	
pF 2,54	34,75		32,82	
pF 4,20	9,61		13,90	
Pori drainase (% vol)				
Cepat	26,80	tinggi	18,57	Sedang
Lambat	6,71	rendah	6,11	Rendah
Air tersedia (% vol)	25,14	tinggi	18,93	Sedang
Permeabilitas (cm jam ⁻¹)	29,89	cepat	7,73	Lambat
Tekstur (%)				
Pasir	71	Lempung	68	Lempung
Debu	27	berpasir	29	berpasir
Liat	2		3	

Keterangan: Dianalisis di Laboratorium Fisika ,Tanah Balai Penelitian Tanah, PD = partikel density; BD = bulk density; RPT = ruang pori total

Ada sedikit perbedaan antara sifat fisik tanah di Desa Banyuroto dan Desa Ketep. Perbedaan tersebut terletak pada tekstur tanah di lapisan atas (0-20 cm). Tanah di lapisan atas di Desa Banyuroto mempunyai tekstur berdebu (kandungan fraksi debu tinggi), sedangkan di Desa Ketep bertekstur lempung berpasir (kandungan fraksi pasir tinggi). Ini berarti tanah di Desa Ketep lebih porous, sehingga mempunyai daya meloloskan air yang lebih tinggi dibandingkan tanah pada lapisan atas di Desa Banyuroto.

Tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sifat kimia tanah di bagian lereng bawah dan lereng atas di Desa Banyuroto. Tanah di bagian lereng bawah mempunyai pH agak netral dan di lereng bagian atas basa-basa rendah, kecuali Ca, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, tetapi mempunyai kejenuhan basa (KB) yang sangat tinggi (Tabel 5). Hal ini berarti tanah tersebut mempunyai retensi hara yang rendah (karena KTK rendah) dan ketersediaan hara-hara yang tidak seimbang.

Tabel 5. Sifat kimia tanah di lokasi penelitian pada tanah *Typic Udivitrands*, Garon/BS1-Desa Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Sifat kimia tanah	Kedalaman (0 – 20) cm		Kedalaman (20–40) cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
pH				
H ₂ O	6,0	agak netral	6,0	agak netral
KCl	5,6		5,6	
Bahan organik				
C (%)	2,00	sedang	1,63	Rendah
N (%)	0,17	sedang	0,13	Sedang
C/N	12,00	sedang	13,00	Sedang
Dalam HCl (25 %)				
P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)	190	sangat tinggi	282	sangat tinggi
K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)	11		8	
P ₂ O ₅ (Olsen) (ppm)	120	sangat tinggi	205	sangat tinggi
K ₂ O (Morgan) (ppm)	96		67	
Nilai Tukar Kation (me 100 g ⁻¹)				
Ca	7,67	sedang	7,12	Sedang
Mg	0,88	rendah	0,75	Rendah
K	0,18	rendah	0,13	Rendah
Na	0,14	rendah	0,11	Rendah
KTK (me 100 g ⁻¹)	8,31	rendah	7,53	Rendah
KB (%)	>100,00	sangat tinggi	>100,00	sangat tinggi
Dalam KCl 1 N (me 100 g ⁻¹)				
Al ³⁺	0,00	sangat rendah	0,00	sangat rendah
H	0,02		0,02	
Kejenuhan Al (%)	0,00	sangat rendah	0,00	sangat rendah

Keterangan: Dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah

Demikian juga halnya dengan tanah-tanah di Desa Ketep, tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sifat kimia tanah di bagian lereng atas dan lereng bagian bawahnya. Tanah-tanah tersebut mempunyai pH agak netral di lereng bagian atas dan agak masam di bagian lereng bawah, kandungan bahan organik yang rendah, P_2O_5 yang sangat tinggi, K_2O tinggi, basa-basa yang rendah, KTK rendah (Tabel 6).

Sama halnya dengan sifat kimia tanah di Desa Banyuroto, di Desa Ketep pun mempunyai sifat kimia yang kurang baik, karena mempunyai retensi hara yang rendah dan kandungan unsur hara yang kurang seimbang, sehingga mempunyai daya dukung yang kurang baik pula bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian diperlukan tambahan unsur hara berupa pupuk kimia dan atau pupuk organik untuk memperbaiki sifat-sifat kimia tanahnya, terutama dalam hal retensi unsur hara dan kandungan basa-basanya ataupun unsur makro yang diperlukan tanaman.

Tabel 6. Sifat kimia tanah di lokasi penelitian pada tanah *Andic Eutrudepts*, Ketep/BS3- Desa Ketep, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Sifat kimia tanah	Kedalaman (0 – 20) cm		Kedalaman (20–40) cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
pH				
H ₂ O	6,0	agak netral	6,1	agak netral
KCl	5,7		5,7	
Bahan organik				
C (%)	1,39	rendah	0,99	Rendah
N (%)	0,11	rendah	0,09	Rendah
C/N	13	sedang	11	Sedang
P ₂ O ₅ (Olsen) (ppm)	313	sangat tinggi	239	sangat tinggi
K ₂ O (Morgan) (ppm)	86	tinggi	143	Tinggi
Nilai Tukar Kation (me 100 g ⁻¹)				
Ca	6,75	rendah	4,54	Rendah
Mg	0,95	rendah	0,59	Rendah
K	0,16	rendah	0,27	Rendah
Na	0,76	rendah	0,19	Rendah
KTK me 100 g ⁻¹	8,36	rendah	5,75	Rendah
KB (%)	>100,00	sangat tinggi	97,00	sangat tinggi
Dalam KCl 1 N me 100 g ⁻¹				
Al ³⁺	0,00	sangat rendah	0,00	sangat rendah
H	0,00		0,00	
Kejenuhan Al (%)	0,00	sangat rendah	0,00	sangat rendah

Keterangan: Dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah

Usaha Tani Konservasi

Penggunaan lahan dan status pemilikannya

Dilihat dari tataguna lahan, Desa Ketep tidak mempunyai lahan sawah, tipe penggunaan lahan didominasi oleh lahan kering atau tegalan seluas 64,5% atau sekitar 270,2 ha dari luas wilayah desa (418,945 ha). Pemanfaatan perkebunan seluas 5 ha, dan untuk areal hutan 115,8 ha, sedangkan permukiman penduduk (bangunan dan pekarangan) seluas 7 ha, serta digunakan untuk fasilitas umum seluas 21,15 ha.

Sama halnya dengan Desa Ketep, Desa Banyuroto pun tidak mempunyai lahan sawah. Tipe penggunaan lahan didominasi oleh lahan kering atau tegalan seluas 91,6% (368,425 ha) dari luas wilayah desa (622,130 ha). Dari lahan yang ada digunakan untuk lahan pekarangan seluas 31,955 ha, dan untuk fasilitas umum seluas 1,8 ha. Persentase dan luas untuk masing-masing tipe penggubaan lahan di Desa Ketep dan Banyuroto disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase dan luas untuk masing-masing tipe penggunaan lahan di Desa Ketep dan Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Tipe penggunaan lahan	Ketep		Banyuroto	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Lahan kering/Tegalan	270,20	64,49	368,43	91,60
Perkebunan	5,00	1,19	-	-
Hutan	115,80	27,63	18,48	2,97
Permukiman/Pekarangan	7,00	1,65	31,96	5,14
Fasilitas umum	21,15	5,04	1,80	0,29
Total	418,95	100,00	622,13	100,00

Sumber: Potensi Desa Ketep (2007), Potensi Desa Banyuroto (2007)

Sebagian besar petani di Desa Ketep dan Banyuroto merupakan petani pemilik dengan tingkat luas pemilikan yang berbeda dan dapat dibedakan menjadi tiga tingkat pemilikan yaitu: < 0,25 ha, 0,25 – 0,50 ha dan > 0,50 ha. Berdasarkan luas kepemilikan lahan garapan, sebagian besar petani di Desa Ketep memiliki luas lahan garapan > 0,50 ha, sedangkan untuk Desa Banyuroto sebagian besar hanya memiliki lahan kurang dari 0,25 ha. Persentase petani pada tingkat kepemilikan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 8.

Status pemilikan lahan sangat berpengaruh terhadap praktek budi daya pertanian yang dilaksanakan oleh petani, termasuk penerapan teknik konservasi tanah dan air. Pada umumnya petani enggan menerapkan teknik konservasi tanah dan air yang sifatnya mengurangi luas pertanaman dan memerlukan biaya mahal, apabila status pemilikan lahannya tidak jelas dan atau lahan tersebut

bukan merupakan miliknya. Hal ini karena petani tidak mau menginvestasikan asetnya pada lahan yang bukan miliknya dan atau tidak mau rugi. Selain itu, manfaat teknik konservasi tanah dan air tidak langsung terasa dan akan terasa atau terlihat untuk jangka waktu yang panjang.

Tabel 8. Persentase tingkat kepemilikan lahan di Desa Ketep dan Banyuroto

Tingkat kepemilikan (ha)	Ketep (%)	Banyuroto (%)
< 0,25	5	60
0,25 – 0,50	10	30
> 0,50	85	10

Sumber: Potensi Desa Ketep (2007), Potensi Desa Banyuroto (2007)

Erosi Aktual

Jenis erosi aktual yang terjadi di lapangan, erat kaitannya dengan kemiringan, teknik konservasi tanah dan air yang ada serta penutupan lahan. Semakin miring lahan semakin tinggi erosi yang terjadi dan semakin minim teknik konservasi tanah dan air yang dilakukan serta semakin rendah penutupan lahan semakin tinggi pula erosi yang terjadi. Kemiringan lahan pada areal budi daya pertanian di lokasi penelitian berkisar dari landai (8–15%), agak curam (15–25%), curam (25–40%), sangat curam (40–60%) sampai terjal (> 60%). Pada umumnya erosi aktual yang terjadi berkisar dari erosi permukaan/lembar (*sheet erosion*) yang dicirikan oleh adanya akar tanaman yang muncul di permukaan serta adanya endapan tanah yang halus pada saluran-saluran teras yang terletak di kaki tanggul yang terjadi hampir pada semua tingkat kemiringan lahan baik pada lahan yang sudah dteras bangku maupun yang tidak dteras. Selain itu pada beberapa tempat terjadi erosi alur (*riil erosion*) terutama pada saluran-saluran pembuangan air (SPA) dan lahan-lahan dengan tingkat kemiringan di bawah 25% dengan penutupan lahan yang rendah. Hal ini terjadi karena air terkonsentrasi pada tempat tertentu dengan penutupan tanah yang rendah, sehingga tanah tergerus oleh kekuatan aliran permukaan secara terus menerus. Pada kemiringan lahan yang cukup tinggi dengan kategori curam (25–40%) umumnya erosi aktual yang terjadi yaitu erosi parit (*gully erosion*) yang terjadi pada saluran-saluran di antara bedengan-bedengan tanaman yang dibuat searah lereng pada teras bangku yang dibuat miring keluar, sedangkan pada lahan dengan kategori sangat curam (40–60%) sampai terjal (> 60%) erosi aktual yang terjadi adalah longsor (*landslide*). Longsor dapat terjadi apabila lahan cukup curam, tanah jenuh air dan terdapat lapisan kedap air (*impermeable layer*) yang berfungsi sebagai bidang luncur, sehingga sebagian volume tanah yang cukup besar meluncur pada bidang

tersebut. Kejadian ini umum terlihat pada lahan yang sangat terjal dengan penutupan lahan yang rendah dan pada umumnya hanya tertutup oleh rumput lapangan dengan kedalaman akar < 30 cm. Sedangkan pada lahan yang ditanami rumput lapangan yang rapat dengan kerapatan dan kedalaman akar yang tinggi dikombinasikan dengan tanaman tahunan berupa tanaman buah-buahan dan kayu-kayuan yang cukup rapat, longsor tidak terjadi meskipun kemiringan lahannya cukup terjal. Jenis erosi aktual yang terjadi pada masing-masing kategori kemiringan dan penggunaan lahan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Erosi aktual yang terjadi pada masing-masing kategori kemiringan lahan di areal budi daya pertanian di Desa Ketep dan Banyuroto

Kategori kemiringan	Tipe penggunaan lahan	Jenis erosi
Landai (8-15 %)	Kebun campuran, tegalan	Lembar
Agak curam (15 – 25 %)	Tegalan	Lembar, alur
Curam (25 – 40 %)	Tegalan	Lembar, parit
Sangat curam (40–60 %)	Agroforestry, hutan	Lembar, longsor
Tejal (> 60 %)	Agroforestry, hutan	Lembar, longsor

Teknik konservasi tanah dan air *existing* serta persepsi petani

Teknik konservasi tanah dan air yang telah dilaksanakan petani di lokasi penelitian dapat dibagi menurut tipe penggunaan lahan yang ada. Pada umumnya petani di lokasi penelitian sebagian besar sudah melaksanakan teknik konservasi tanah dan air baik mekanik maupun vegetatif ataupun kombinasi keduanya. Teknik konservasi tanah dan air *existing* menurut tipe penggunaan lahannya adalah sebagai berikut:

1. Tegalan/kebun campuran

a. Teras bangku

Salah satu teknik konservasi tanah dan air mekanik yang sudah dilakukan petani pada tipe penggunaan lahan tegalan atau kebun campuran adalah teras bangku. Pada umumnya teras bangku yang sudah dibuat oleh petani di lokasi penelitian adalah teras bangku datar dengan kualitas rendah/sederhana sampai baik.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, di lokasi penelitian teras bangku yang dibuat belum sempurna (kualitas sangat baik), sehingga kualitasnya dapat dikategorikan dari sederhana sampai baik. Keragaan teras bangku yang dijumpai di lapangan untuk masing-masing kualitas dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Keragaan teras bangku untuk masing-masing kualitas di lahan kering/tegalan Desa Ketep dan Banyuroto, Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang

Kualitas Teras Bangku	Kelengkapan komponen teras	Keterangan
Sederhana/rendah	Penguat teras	tidak ada atau ubi kayu di bibir teras
	Saluran teras	tidak ada
	Saluran pembuangan air (SPA)	tidak ada atau ukuran tidak optimal dan merangkap jalan setapak
	Bangunan terjuna air (BTA)	tidak ada
Sedang	Penguat teras	rumpun di bibir teras atau ubikayu dan rumput di bibir teras
	Saluran teras	Tidak ada
	SPA	Ada, ukuran tidak optimal
	BTA	Tidak ada
Baik	Penguat teras	rumpun gajah dan atau rumput lapang ditanam pada bibir dan tampingan teras
	Saluran teras	lebar 10 – 15 cm, dalam 10 – 15 cm
	SPA	Tanpa rumput
	BTA	Tidak diperkuat batu atau bambu

b. *Bedengan tanaman*

Petani menanam tanaman semusim berupa sayuran pada bedengan-bedengan tanaman yang dibuat dengan lebar $\pm$ 60–75 cm dan tinggi 10–20 cm baik sejajar lereng maupun searah kontur. Bedengan-bedengan tanaman ini dibuat pada teras bangku datar sehingga arah bedengan tidak terlalu berpengaruh terhadap erosi yang terjadi. Tetapi apabila teras tersebut miring keluar, bedengan tanaman berpengaruh terhadap erosi yang terjadi.

c. *Pola tanam/rotasi tanaman*

Salah satu teknik konservasi vegetatif yang sudah dan umum dilaksanakan petani di lokasi penelitian adalah penanaman tanaman semusim berupa tanaman sayuran sepanjang tahun yang ditanam secara tumpangsari, tumpang gilir dan atau rotasi, hampir tanpa bera. Dengan demikian lahan pertanian tertutup sepanjang tahun, terutama pada musim hujan, sehingga erosi diperkecil demikian juga evaporasi yang terjadi pada musim kemarau. Pola tanam yang dilakukan petani sangat beragam dengan variasi yang sangat tinggi. Beberapa pola tanam yang biasa dilakukan petani di Desa Ketep dan Banyuroto diantaranya adalah:

- Cabai+kubis-tomat+sawi
- Cabai+kol bunga-tomat+bawang daun
- Tomat+kol bunga-cabai-caisin+bawang daun-tembakau

- Cabai–tembakau+kubis/bawang daun
- Tomat+kubis–cabai
- Tomat+bawang daun–tembakau+kubis
- Monokultur stroberi

Tanaman stroberi merupakan tanaman baru yang belum lama diusahakan oleh petani di Desa Ketep dan Banyuroto. Tanaman ini ditanam petani mulai tahun 2003. Selain tanaman tersebut tanaman palawija berupa jagung dan kacang tanah juga masih banyak diusahakan oleh petani terutama di Desa Ketep dengan pola tanam: jagung+cabai–tembakau+jagung–tembakau, jagung+kacang tanah-jagung.

d. Mulsa sisa tanaman dan mulsa plastik

Pada bedengan-bedengan tanaman terutama yang akan ditanami tanaman sayuran yang bernilai ekonomi tinggi seperti cabai, tomat, atau stroberi, petani menggunakan mulsa plastik berwarna perak yang dilubangi dengan jarak tanam tertentu tergantung tanaman yang akan ditanam. Hal ini sangat baik untuk melindungi tanah dari pukulan energi kinetik air hujan sehingga tidak terjadi erosi dan memelihara kelembapan tanah pada musim kemarau. Namun hal ini memerlukan biaya yang mahal, oleh karena itu hanya petani yang bermodal besar yang melakukannya.

Selain itu petani juga telah mengupayakan untuk mengembalikan sisa tanaman, misalnya sisa tanaman kubis sebagai mulsa dan ditaburkan di atas permukaan tanah diantara bedengan-bedengan tanaman.

e. Penanaman tanaman tahunan

Selain tanaman semusim berupa sayuran, sebagian petani juga menanam tanaman tahunan berupa tanaman buah-buahan yaitu nangka, pisang, duku, salak, sawo, pepaya, manggis, dan kelapa serta kayu-kayuan yaitu puspa, waru, akasia yang ditanam dengan jarak yang tidak teratur baik pada bidang olah, bibir teras atau pada batas-batas pemilikan lahan. Tanaman tersebut ditanam dengan jarak tanam yang sangat jarang untuk menghindari naungan.

2. Agroforestry/hutan

Pada umumnya petani tidak menerapkan teknik konservasi mekanik pada tipe penggunaan lahan ini karena tipe penggunaan lahan ini umumnya terletak pada kemiringan yang sangat curam dan bahkan terjal, sehingga petani hanya menerapkan teknik konservasi vegetatif. Teknik konservasi tanah dan air yang dijumpai pada areal ini adalah:

a. *Penanaman tanaman tahunan*

Pada tipe penggunaan lahan hutan petani menanam pinus secara monokultur dengan jarak tanam yang cukup teratur, sedangkan pada tipe penggunaan lahan *agroforestry* jenis tanaman tahunannya adalah bambu, nangka, puspa, akasia, waru, damar yang ditanam secara tidak teratur. Tanaman bambu banyak dijumpai pada jurang-jurang di pelebahan yang sempit.

b. *Penanaman rumput*

Selain tanaman tahunan tersebut, petani juga menanam rumput pakan ternak di bawah tanaman tahunan tersebut atau rumput lapangan, glagah yang dibiarkan tumbuh di bawah tegakan tanaman tahunan baik pada areal hutan maupun areal *agroforestry*. Namun tanaman rumput tersebut belum cukup rapat sehingga terjadi longsor pada beberapa tempat, terutama pada lahan dengan kemiringan yang sangat terjal.

Berdasarkan hasil wawancara semistruktural yang dilakukan terhadap beberapa orang petani, pengetahuan petani tentang teknik konservasi tanah dan air sangat bervariasi, dari yang tidak tahu mengerjakan hal tersebut hanya karena ikut-ikutan teman atau karena hal tersebut sudah dikerjakan secara turun-temurun dan sudah ada sejak dulu, sampai yang berpengetahuan baik dan tahu persis untuk tujuan apa hal tersebut dikerjakan. Persepsi petani tentang teknik konservasi tanah dan air pada umumnya adalah bahwa: teknik konservasi tanah dan air adalah suatu cara agar tanah dan pupuk serta air tidak hanyut, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan subur.

Beberapa alasan petani menerapkan dan tidak menerapkan teknik konservasi tanah dan air pada areal budi daya pertanian di Desa Ketep dan Banyuroto disajikan pada Tabel 11.

Pemanfaatan pupuk kandang

Petani telah cukup baik memanfaatkan pupuk kandang. Selain dikembalikan ke tanah sebagai pupuk tanaman, pupuk kandang tersebut juga ditampung dan dikumpulkan untuk dimanfaatkan sebagai energi dalam bentuk biogas. Pemanfaatan pupuk kandang, dalam hal ini kotoran sapi, untuk memproduksi biogas diintroduksikan dan dimulai sejak masuknya program Primatani ke Desa Ketep dan Banyuroto pada Tahun 2006/2007. Proses produksi dan pemanfaatan biogas ini dikelola secara kelompok oleh kelompok tani ternak sapi.

Tabel 11. Teknik konservasi tanah dan alasan petani menerapkan atau tidak menerapkannya di Desa Ketep dan Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Teknik konservasi tanah	Menerapkan/tidak menerapkan	Alasan petani
Mekanik:		
Teras bangku	Menerapkan	Agar tidak erosi
Bedengan tanaman	Menerapkan	Lebih mudah mengelola
SPA	Menerapkan	Untuk mengalirkan air
BTA	Tidak menerapkan	Tidak terlalu miring
Vegetatif :		
Tanaman penguat teras	Menerapkan	Agar tidak erosi, untuk pakan ternak
Tanaman tahunan	Menerapkan	Agar tidak erosi, untuk menyimpan air
Mulsa sisa tanaman	Menerapkan	Supaya tidak ada jamur
Mulsa plastik	Menerapkan	Supaya tidak ada gulma, tanah lebih lama lembab
Tanaman sejajar kontur	Tidak menerapkan	Tidak tahu, sudah diteras
Penanaman <i>cover crop</i>	Tidak menerapkan	Tidak tahu
Bio-kimia		
Pestisida organik	Menerapkan	Menghemat obat
Pupuk berimbang	Tidak menerapkan	Tidak tahu
Pupuk organik/kandang	Menerapkan	Tanaman lebih subur
Pembenah tanah	Tidak menerapkan	Tidak tahu
Agen hayati	Tidak menerapkan	Tidak tahu

Teknik Konservasi Mendukung Pengembangan Agrowisata

Dalam rangka konservasi lahan pertanian mendukung pengembangan agrowisata di Desa Ketep dan Banyuroto, maka selain harus mengendalikan kelestarian lingkungan melalui penerapan teknik konservasi tanah dan air yang tepat, faktor keindahan bentangan lanskap pertanian mutlak diperhatikan. Oleh karena itu lanskap pertanian tersebut harus terlihat rapi dan indah. Dengan demikian rekomendasi teknik konservasi baik yang sifatnya penyempurnaan ataupun inovasi teknologi baru bagi petani berdasarkan tipe penggunaan lahan adalah:

1. Tegalan/kebun campuran

a. Penyempurnaan teras bangku

Teras bangku dengan kualitas sangat baik/sempurna adalah teras bangku yang dibuat agak miring ke dalam (kearah saluran teras) dan telah dilengkapi dengan komponen-komponen teras atau kelengkapan teras yang

sempurna baik secara mekanik maupun vegetatif. Maka agar stabilitas teras tetap terjaga serta untuk memperindah pemandangan, teras bangku tersebut sebaiknya dilengkapi dengan:

- Tanaman penguat teras berupa rumput dan atau leguminosa semak yang di tanam di bibir teras maupun tampingan terasnya agar stabilitas teras dapat terjaga.
- Saluran teras yang dibuat di bawah kaki tampingan berupa parit kecil untuk menampung dan mengendapkan aliran permukaan dan lumpur yang berasal dari areal di atasnya (tampingan dan bidang olah), sehingga memberikan kesempatan kepada air untuk berinfiltrasi dan lumpur tidak dibawa ke areal yang lebih jauh dan dapat dikembalikan ke bidang olahnya.
- Saluran pembuangan air (SPA) untuk menampung dan mengalirkan air yang berasal dari saluran teras dan agar air disalurkan ke tempat yang lebih bawah dengan tidak merusak areal pertanian. Agar air tidak menggerus tanah, sebaiknya SPA ditanami rumput yang merayap dan rapat (*grasses water way*).
- Bangunan terjunan air (BTA) yang dibuat pada SPA berupa teras-teras sepadan dengan bidang olahnya. Bangunan ini dapat diperkuat dengan batu atau bambu disesuaikan dengan bahan yang banyak di lokasi. BTA dibuat untuk memperlambat kecepatan aliran air yang mengalir di SPA agar mengalir dengan kecepatan yang tidak merusak.

b. Mulsa sisa tanaman

Penggunaan mulsa sisa tanaman belum banyak dilakukan oleh petani. Sebaiknya sisa-sisa tanaman jangan dibakar ataupun diangkut keluar lahan pertanian, namun dicacah dan ditaburkan di atas permukaan tanah, sehingga tanah terlindungi dari pukulan air hujan dan untuk menjaga kelembapan tanah pada musim kemarau. Selain itu, apabila mulsa tersebut sudah melapuk dan tercampur dengan tanah, maka dapat memperbaiki sifat fisik tanah sehingga tanah mempunyai pori makro yang banyak, dan tanah mempunyai kapasitas memegang air yang lebih tinggi.

c. Pembuatan rorak pada saluran teras

Rorak adalah lubang berupa parit buntu dengan ukuran tidak terlalu panjang yang bertujuan, untuk menjebak air dan lumpur dan memberikan kesempatan kepada air aliran permukaan untuk meresap ke lapisan tanah yang lebih dalam. Selain itu air yang terjebak tersebut dapat merembes ke samping, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan air dalam tanah terutama untuk lapisan tanah pada zona perakaran.

Agar tidak mengurangi areal pertanaman pada bidang olah, maka rorak tersebut dapat dibuat pada saluran-saluran teras dengan jarak tertentu tergantung kemiringan lahannya. Semakin terjal, maka rorak yang dibuat semakin rapat.

2. Penyempurnaan sistem *agroforestry*/hutan

a. Teras kebun

Teras kebun, yaitu teras yang dibuat pada jalur-jalur tanaman tahunan yang bertujuan untuk selain mengendalikan erosi juga agar mempermudah pengelolaan atau pemeliharaan tanaman. Selain itu dapat berfungsi juga sebagai jalan sehingga transportasi sarana produksi untuk sampai ke lapangan dapat lebih mudah.

b. Teras individu

Alternatif lain yang dapat direkomendasikan selain teras kebun adalah teras individu. Teras ini biasa dibuat di areal perkebunan. Teras individu adalah teras yang dibuat pada setiap individu tanaman yang bertujuan sama dengan teras kebun kecuali fungsi jalan.

c. Penanaman legume cover crop dan atau rumput pakan ternak

Di antara barisan tanaman tahunan baik areal tanaman kehutanan, maupun sistem *agroforestry* sebaiknya ditanam leguminosa yang tumbuh merayap dan atau rumput pakan ternak, pada daerah yang masih terbuka agar tanah dapat tertutup rapat, melengkapi/menyempurnakan penutupan oleh kanopi tanaman tahunan. Dengan demikian tanah lebih terlindungi dari energi kinetik air hujan sehingga erosi dan bahkan longsor dapat dikendalikan. Selain itu tanaman tersebut juga dapat dipergunakan sebagai sumber pakan ternak. Leguminosa penutup tanah (*legume cover crop*) juga dapat digunakan sebagai sumber bahan organik yang berfungsi sebagai pupuk hijau, sehingga sifat fisik dan kimia tanah bisa lebih baik.

3. Teknik pemanenan air hujan

Pemanenan air (*water harvesting*) adalah tindakan menampung air hujan dan aliran permukaan untuk disalurkan ke tempat penampungan sementara dan atau tetap (permanen) yang sewaktu-waktu dapat digunakan untuk mengairi tanaman yang diusahakan pada saat diperlukan. Teknologi panen air selain berfungsi menyediakan sumber air irigasi pada musim kemarau (MK) dapat pula berfungsi mengurangi banjir pada MH. Panen air hujan dan aliran permukaan ditujukan untuk (1) menurunkan volume aliran permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah; (2) meningkatkan ketersediaan air tanaman terutama pada MK; dan 3) mengurangi kecepatan aliran permukaan sehingga daya kikis dan daya angkutnya menurun.

Teknologi pemanenan air sangat bermanfaat untuk lahan yang tidak memiliki jaringan irigasi atau sumber air bawah permukaan tanah (*groundwater*). Selain dapat dimanfaatkan untuk pengairan, air yang tertampung dapat juga digunakan untuk pemeliharaan ikan, keperluan rumah tangga, dan minum ternak terutama pada MK.

Teknologi pemanenan air sangat diperlukan pada kawasan dengan karakteristik sebagai berikut: (a) kawasan beriklim kering dan semi-kering (>4 bulan kering berturut-turut sepanjang tahun) atau 3-4 bulan tanpa hujan sama sekali; (b) kawasan dimana produksi tanaman pangan terbatas karena rendahnya ketersediaan air di dalam tanah; (c) semua lahan berlereng (bergelombang sampai berbukit) dengan kondisi fisik tanah yang buruk sehingga tidak dapat menyimpan/menahan air dalam waktu yang lama; dan (d) daerah beriklim basah yang mempunyai periode kritis (stres air).

Penerapan teknologi pemanenan air ditujukan untuk: (1) meningkatkan ketersediaan air bagi manusia, tanaman dan ternak; (2) meningkatkan intensitas tanam, produksi, pendapatan petani dan produktivitas tenaga kerja petani; (3) mengurangi dan mencegah bahaya banjir dan sedimentasi; dan (4) menampung hasil sedimentasi yang dapat dikembalikan ke lahan usaha tani. Sedangkan kerugian dalam menerapkan teknologi ini adalah (1) memerlukan tenaga kerja dan biaya untuk pembangunan serta pemeliharaan rutin; (2) mengurangi luas lahan budi daya karena sebagian digunakan untuk pembuatan bangunan; dan (3) memerlukan kerjasama diantara petani untuk pembuatan bangunan dan saluran pembuangan air (SPA).

Beberapa teknik yang dapat diterapkan dalam upaya pemanenan air hujan dan aliran permukaan adalah:

a. Saluran peresapan

Saluran peresapan berfungsi untuk menampung air aliran permukaan dan meningkatkan daya resap air ke dalam tanah. Tanah yang digali untuk pembuatan saluran dapat digunakan untuk pembuatan bedengan. Tanah galian tersebut juga dapat diletakkan pada bagian bawah saluran dan membentuk guludan. Untuk menjaga kestabilannya, guludan ini perlu ditanami dengan rumput penguat seperti rumput bahia (*Paspalum notatum*), rumput pait (Sunda) (*Paspalum conjugatum*), rumput bedé (*Brachiaria decumbens*), akar wangi (*Vetiveria zizanioides*), atau pohon leguminosa seperti lamtoro (*Leucaena leucosephala*), gamal (*Glyricidia sepium*), dan lain-lain.

Saluran peresapan dibuat mengikuti kontur dengan ukuran lebar 30-40 cm dan dalam 40-50 cm. Saluran ini dapat dilengkapi dengan rorak yang dibuat dalam saluran, untuk memperbesar daya tampung air aliran permukaan dan

sedimen. Untuk memberikan peluang mengganti air maka pada sistem konservasi air ini perlu dilengkapi dengan SPA.

Kelebihan dari teknologi ini adalah dapat memberikan peluang air untuk meresap lebih lama ke dalam tanah, dan dapat diterapkan pada tanah-tanah agak dangkal. Hasil sedimen dapat dikembalikan ke bidang olah bersamaan dengan persiapan lahan saat pengolahan tanah untuk MT berikutnya. Permukaan air pada saluran peresapan harus dijaga agar tidak mengganggu perakaran tanaman yang dapat ditempuh dengan jalan membangun pintu air sekat pada ketinggian tertentu (*overflow gate*) pada saluran pembuangan. Adapun kelemahan teknologi ini adalah bahwa penerapannya membutuhkan tenaga kerja yang relatif banyak terutama untuk pemeliharaan. Setelah beberapa kali hujan, saluran peresapan ini biasanya terisi sedimen, sehingga perlu pemeliharaan yang rutin.

b. Rorak

Rorak adalah lubang atau penampang yang dibuat memotong lereng, berukuran kecil sampai sedang, dibuat di bidang olah atau di saluran peresapan atau pada SPA yang ditujukan untuk: (a) menampung dan meresapkan air aliran permukaan ke dalam tanah; (b) memperlambat laju aliran permukaan; (c) pengumpul sedimen yang memudahkan untuk mengembalikannya ke bidang olah; dan (d) jika dibangun pada saluran peresapan akan meningkatkan efektivitas saluran peresapan tersebut.

Rorak dapat dibuat bervariasi dalam dimensinya. Dimensi tersebut sangat tergantung pada kondisi dan kemiringan lahan serta besarnya limpasan permukaan. Umumnya rorak dibuat dengan ukuran panjang 1-2 m, lebar 0,25-0,50 m, dan dalam 0,20-0,30 m atau dapat juga dibuat dengan ukuran panjang 1-2 m, lebar 0,30-0,40 m, dan dalam 0,40-0,50 m. Jarak antar-rorak (dalam satu garis kontur) adalah 2-3 m sedangkan jarak antara rorak bagian atas dengan baris rorak di bawahnya berkisar antara 3-5 m atau tergantung pada kemiringan lahan. Untuk memaksimalkan fungsinya, maka bangunan rorak (antar barisan) dibuat secara berselang-seling.

Pembuatan rorak dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah dan persiapan tanam. Biasanya setelah beberapa kali hujan, rorak ini akan tertutup sedimen, oleh sebab itu memerlukan pemeliharaan agar dapat berfungsi secara optimal. Apabila sudah tertutup sedimen, maka dimensi rorak perlu disempurnakan sewaktu-waktu dengan jalan menggali/mengangkat tanah dari dalam rorak untuk dikembalikan lagi ke bidang olah. Pemeliharaan ini dapat dilakukan bersamaan dengan waktu penyiangan atau pembumbunan.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan efektivitas rorak sebagai bangunan pemanen air diantaranya ditunjukkan oleh kemampuannya dalam mengurangi kehilangan air melalui aliran permukaan.

c. Mulsa vertikal (slot mulch)

Rorak dapat diisi dengan sisa tanaman atau serasah (mulsa) untuk meningkatkan kemampuan rorak dalam menyimpan dan menjerap sedimen. Kombinasi antara rorak dan mulsa ini disebut sebagai mulsa vertikal (*slot mulch*).

Mulsa vertikal atau disebut juga jebakan mulsa adalah bangunan menyerupai rorak yang dibuat memotong lereng dengan ukuran yang lebih panjang bila dibandingkan dengan rorak. Ukuran jebakan mulsa harus disesuaikan dengan keadaan lahan dengan lebar 0,40-0,60 m dan dalam 0,30-0,50 m. Jarak antar barisan jebakan mulsa ditentukan oleh kemiringan lahan atau berkisar antara 3-5 m. Jebakan mulsa ini merupakan tempat meletakkan sisa hasil panen atau rumput hasil penyiangan dan sekaligus berfungsi untuk menampung air aliran permukaan serta sedimen. Setelah beberapa kali hujan, jebakan mulsa ini biasanya terisi oleh sedimen. Pada musim tanam berikutnya bersamaan dengan persiapan dan pengolahan tanah, jebakan mulsa tersebut diperbaiki/dibuat kembali. Hasil pelapukan sisa tanaman dan sedimen dari jebakan mulsa dikembalikan ke bidang olah.

Rorak yang dikombinasikan dengan mulsa dapat mengurangi erosi 94%, teknik tersebut juga dapat digolongkan sebagai suatu cara pemanenan air yang tergolong efektif, salah satunya dicerminkan oleh kemampuannya dalam pemeliharaan lengas tanah. Pemeliharaan lengas tanah akibat adanya teknik pemanenan air berupa rorak yang dikombinasikan dengan gulud dan mulsa vertikal dibandingkan tanah terbuka, setelah 5–7 hari tidak dapat memelihara kelembapan tanah.

Dalam hubungannya dengan konservasi air, mulsa vertikal ini dapat mengendalikan aliran permukaan. Beberapa hasil penelitian pada lokasi, jenis tanah dan kemiringan yang berbeda menunjukkan bahwa mulsa vertikal sangat efisien dalam mengendalikan aliran permukaan.

Dalam hubungannya dengan perbaikan sifat fisik tanah, salah satu fungsi utama dari mulsa vertikal adalah untuk menyediakan lingkungan yang kondusif bagi terciptanya biofore di dalam tanah. Biofore yang diciptakan oleh fauna tanah dan akar tanaman tersebut sangat berperan dalam proses peresapan air ke dalam tanah. Hal ini sangat berguna dalam hubungannya dengan pengendalian aliran permukaan dan erosi tanah.

d. Embung

Embung merupakan kolam yang bentuknya mendekati segi empat untuk menampung air hujan dan air limpasan. Keuntungan dalam penerapan embung adalah (1) menyimpan air yang berlimpah di MH, sehingga aliran permukaan,

erosi dan bahaya banjir di daerah hilir dapat dikurangi serta memanfaatkan air di musim kemarau; (2) dapat menunjang pengembangan usaha tani di lahan kering khususnya subsektor tanaman pangan, perikanan, dan peternakan; (3) menampung tanah tererosi sehingga memperkecil sedimentasi ke sungai; dan (4) setelah beberapa lama dapat dibuat sumur dekat embung untuk memenuhi keperluan rumah tangga.

Adapun kelemahan dalam penerapannya adalah: (a) embung akan mengurangi luas areal lahan yang dapat dikelola petani; (b) perlu tambahan biaya dan tenaga untuk pemeliharaan, karena daya tampung embung berkurang akibat adanya sedimen yang ikut tertampung; (c) jika dilapisi plastik atau semen membutuhkan tambahan biaya.

Kendala penerapan atau adopsi embung pada umumnya adalah modal, hama (menyebabkan kegagalan panen), dan pemilikan lahan yang sempit.

Pemecahan Masalah Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air

Semua teknik konservasi tanah dan air baik yang *existing* maupun yang direkomendasikan mempunyai peluang yang cukup baik untuk dikembangkan dan diterapkan di lahan kering di lokasi setempat. Hal ini dimungkinkan karena sebagian petani sudah mengenal dan melakukan sebagian besar teknologi yang direkomendasikan namun belum sempurna. Selain itu petani terlihat cukup antusias terhadap teknologi yang direkomendasikan. Dengan demikian dalam implementasinya (teknik konservasi tanah dan air yang direkomendasikan) diperlukan tahapan sosialisasi dari teknologi yang direkomendasikan, agar lebih banyak pengguna yang mengetahui dan memahaminya dan selanjutnya menerapkannya.

Dilain pihak terdapat beberapa kendala dalam hal penerapan teknik konservasi tanah dan air tersebut diantaranya adalah:

1. Keterbatasan pengetahuan petani

Dalam menerapkan teknologi yang direkomendasikan, petani pada umumnya tidak mempunyai pengetahuan yang cukup untuk melaksanakannya agar teknologi tersebut dapat diimplementasikan secara utuh dan sempurna. Dari hasil wawancara informal, keterbatasan pengetahuan petani untuk masing-masing teknologi yang direkomendasikan dapat dilihat pada Tabel 12.

Keterbatasan lain selain keterbatasan pengetahuan dari segi teknis di lapangan, petani juga belum terampil merekam input-output usaha taninya secara benar dan berkesinambungan. Hal ini menyulitkan petani apabila ingin mengetahui berapa sesungguhnya margin yang diperoleh dari usaha taninya baik secara periodik maupun secara keseluruhan sistem usaha tani yang

dikerjakannya. Oleh karena itu penyuluhan, pelatihan dan contoh yang baik tentang bagaimana cara pencatatan yang baik dari kegiatan sistem usaha tani terutama yang menyangkut *input – output* sangat diperlukan.

Tabel 12. Keterbatasan pengetahuan petani untuk masing-masing teknik konservasi tanah dan air yang direkomendasikan di Desa Ketep dan Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

Teknologi yang direkomendasikan	Keterbatasan pengetahuan petani
Perbaikan teras bangku	Kelengkapan teras (SPA, BTA, saluran teras)
Mulsa sisa tanaman	Jenis mulsa yang baik
Rorak	Ukuran dan dimensi yang tepat, Cara pembuatan yang benar, Letak yang tepat
Teras kebun	Cara pembuatan, Ukuran dan dimensi yang tepat, Letak yang tepat
Teras individu	Cara pembuatan, Ukuran dan dimensi yang tepat
Penanaman rumput, LCC (<i>legume cover crops</i>)	Jenis LCC yang cocok di daerah setempat, Cara mendapatkan bibit LCC
Teknik pemanenan air hujan	Ukuran dan dimensi yang tepat, Cara pembuatan yang benar, Letak yang tepat

Tabel 12 menunjukkan bahwa ada bagian teknologi yang belum diketahui oleh petani, namun secara teknis mempunyai peluang untuk diterapkan. Dengan demikian sebelum rekomendasi teknologi tersebut diimplementasikan diperlukan sosialisasi, penyuluhan, dan atau training singkat untuk pengguna.

2. Status pemilikan lahan

Untuk lahan garapan khususnya lahan tegalan dengan status pemilikan lahan yang bukan milik (sewa atau HGU), penerapan teknologi yang bersifat permanen, mengurangi lahan, dan biaya mahal sulit diterapkan. Hal ini karena petani tidak merasa berkepentingan untuk memikirkan kelestarian produktivitas lahan tersebut, karena lahan tersebut bukan miliknya.

Ketidak jelasan HGU juga merupakan faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi konservasi tanah dan air. Oleh karenanya teknologi yang direkomendasikan adalah teknologi yang mudah, murah dan tidak bersifat permanen, sehingga apabila lahan tersebut akan digunakan oleh pemiliknya dapat dengan mudah dimusnahkan.

Agar teknologi yang direkomendasikan tersebut mempunyai nilai tambah, introduksi ternak merupakan hal yang dapat memotivasi diterapkannya teknologi konservasi. Selain itu dapat menanggulangi masalah kekurangan pupuk kandang.

3. Keterbatasan sumber daya lahan

Dengan adanya pemilikan yang sempit, maka petani berusaha untuk mengusahakan lahannya seintensif mungkin dengan komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Hal ini menyebabkan tekanan pada lahan yang dapat memicu terjadinya degradasi lahan secara cepat, apabila tidak menerapkan teknik konservasi tanah dan air yang tepat. Kendala lain dijumpai dalam merancang implementasi teknologi konservasi yang pendekatannya hamparan. Oleh karena itu teknik konservasi yang direkomendasikan sebaiknya dirancang secara bersama-sama dengan petani yang memiliki lahan pada satu hamparan yang sama dengan variasi yang bersifat spesifik untuk masing-masing petani, sehingga sesuai dengan kondisi individu petani.

4. Keterbatasan modal

Hampir seluruh petani lahan kering mempunyai masalah keterbatasan modal, sehingga modal atau biaya yang ada lebih banyak diperuntukan bagi teknologi budi daya tanaman, misalnya pupuk dan obat-obatan. Untuk hal itupun belum memadai, karena pupuk yang digunakan (dari hasil wawancara informal) masih terbatas pada pemakaian pupuk kandang dan pupuk majemuk NPK dengan jumlah yang tidak mencukupi.

Penerapan teknik konservasi tidak menjadi prioritas utama dalam usaha taninya. Kendala seperti ini dapat di atasi salah satunya dengan cara menghimpun modal bersama diantara petani yang mempunyai kepentingan yang sama melalui pembentukan koperasi. Sistem arisan merupakan alternatif yang lain yang dapat ditawarkan. Dalam sistem ini petani dapat secara bergilir mengimplementasikan teknologi konservasi yang diperlukannya. Pemberian subsidi dan atau dana bergulir (*revolving fund*) merupakan alternatif lain dan atau alternatif yang mendampingi kedua alternatif tersebut (koperasi dan arisan).

5. Keterbatasan tenaga kerja produktif

Keterbatasan tenaga kerja terutama tenaga kerja usia produktif merupakan masalah umum dan klasik yang terjadi di lahan kering. Hal ini karena tenaga kerja usia produktif tersebut lebih senang bekerja di sektor non pertanian yang dianggap lebih menjanjikan dalam hal penghasilan. Kondisi ini membuat terhambatnya implementasi teknologi konservasi, karena meskipun biaya atau modal tidak menjadi kendala bagi petani yang bersangkutan tetapi tenaga untuk mengerjakannya tidak tersedia. Mendatangkan tenaga kerja dari daerah lain merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh, selain sistem arisan

seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Sistem gotong royong juga merupakan alternatif yang dapat ditempuh untuk mengatasi masalah ini. Masalah dan beberapa alternatif pemecahannya dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kendala dan alternatif pemecahan masalah implementasi teknik konservasi tanah dan air di Desa Ketep dan Banyuroto, Kec. Sawangan, Kab. Magelang

No	Masalah/kendala	Alternatif pemecahan masalah
1	Pengetahuan petani	Penyuluhan, training singkat, sosialisasi (temu lapang)
2	Status pemilikan lahan	Teknologi mudah, murah, dan tidak permanen; introduksi ternak
3	Keterbatasan sumber daya lahan	Usaha tani intensif dengan teknologi tinggi, komoditas bernilai ekonomi tinggi
4	Keterbatasan modal	Menghimpun modal bersama / kelompok tani (koperasi), arisan, <i>revolving fund</i> / subsidi
5	Keterbatasan tenaga kerja produktif	Sewa/datangkan dari lokasi lain, arisan, gotong royong

KESIMPULAN

1. Desa Ketep dan Banyuroto tidak memiliki lahan sawah. Tipe penggunaan lahan dominan adalah lahan kering atau tegalan dengan komoditi dominan tanaman palawija dan hortikultura semusim. Luas lahan garapan bervariasi dan berkisar dari < 0,25 ha sampai > 0,50 ha dengan status pemilikan lahan milik sendiri.
2. Lahan kering di lokasi penelitian mempunyai kemiringan yang cukup curam yang berkisar dari bergelombang (8 – 15%) sampai berbukit (> 60%). Erosi aktual yang terjadi adalah erosi lembar sampai dengan longsor.
3. Teknik konservasi *existing* yang ditemui di lokasi penelitian dapat dibedakan menurut tataguna lahannya. Teknik konservasi pada tataguna lahan tegalan/kebun campuran yaitu: 1) teras bangku; 2) bedengan tanaman; 3) pola tanam dan rotasi tanaman; 4) penggunaan mulsa sisa tanaman dan mulsa plastik; serta 5) penanaman tanaman tahunan. Penanaman tanaman tahunan dan rumput merupakan teknik konservasi yang sudah dilakukan petani pada tipe penggunaan lahan *agroforestry* dan hutan.
4. Teknik konservasi yang direkomendasikan pada tipe penggunaan lahan tegalan/kebun campuran adalah: a) penyempurnaan teras bangku (pembuatan saluran teras, SPA, BTA, penanaman tanaman penguat teras); b) penggunaan mulsa sisa tanaman; c) pembuatan rorak pada saluran teras. Teras kebun, teras individu, penanaman *legume cover crops* (LCC), dan atau rumput pakan ternak direkomendasikan untuk penyempurnaan sistem *agroforestry* dan hutan. Selain itu direkomendasikan pula teknik pemanenan air hujan berupa saluran peresapan, rorak, mulsa vertikal dan pembuatan embung.

5. Teknologi yang direkomendasikan mempunyai peluang untuk dikembangkan dengan beberapa kendala penerapan diantaranya keterbatasan pengetahuan petani, keterbatasan lahan, status kepemilikan lahan, keterbatasan modal, dan tenaga kerja. Alternatif pemecahan masalah masing-masing adalah: training/penyuluhan, pengusahaan komoditas bernilai ekonomi tinggi, teknologi yang mudah, murah dan tidak permanen, introduksi ternak, *revolving fund*/subsidi, dan gotong royong serta mendatangkan tenaga dari daerah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abujamin, S dan Suwardjo. 1979. Pengaruh teras, sistem pengelolaan tanaman, dan sifat-sifat hujan terhadap erosi dan aliran permukaan pada tanah Latosol Darmaga. Bagian Konservasi Tanah dan Air. Lembaga Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. (tidak dipublikasikan)
- Arifin. 2005. Beberapa Pemikiran Pengembangan Agrowisata pada Kawasan Cagar Budaya Betawi di Condet, Jakarta Timur. Makalah Seminar Wisata Agro. IPB Bogor. (tidak dipublikasikan)
- Arsyad, S. 2000. Pengawetan Tanah dan Air. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Identifikasi dan Evaluasi Potensi Lahan untuk Pewilayahan Komoditas Pertanian untuk Mendukung Primatani di Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Akhir. Balai Penelitian Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. (tidak dipublikasikan)
- Erfandi, D., Undang Kurnia, dan O. Sopandi. 2002. Pengendalian erosi dan perubahan sifat fisik tanah pada lahan sayuran berlereng. hlm. 277-286 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan sumber daya lahan dan pupuk. Buku II. Cisarua-Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Haryati, U dan Undang Kurnia. 2001. Pengaruh teknik konservasi tanah terhadap erosi dan hasil kentang (*solanum tuberosum*) pada lahan budi daya sayuran di dataran tinggi Dieng. hlm. 439-460 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumber daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Buku II. Cipayung-Bogor, 31 Oktober–2 November 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Haryati, U., A. Rachman, Y. Soelaeman, T. Prasetyo dan A. Abdurachman. 1991. Tingkat erosi, hasil tanaman pangan dan daya dukung ternak dalam sistem pertanaman lorong *dalam* Risalah lokakarya Hasil Penelitian P3HTA/UACP–FSR. Sistem Usahatani Konservasi di DAS Jratunseluna dan DAS Brantas. Bandungan, 25–26 Januari 1991. Proyek Penyelamatan Hutan Tanah dan Air Badan Litbang Pertanian. Deptan.

- Haryati, U., Haryono, dan A. Abdurachman. 1995. Pengendalian erosi dan aliran permukaan serta produksi tanaman pangan dengan berbagai teknik konservasi pada tanah Typic Eutropept di Ungaran, Jawa Tengah. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 13: 40–50.
- Haryati, U., M. Thamrin, dan Suwardjo. 1989. Evaluasi beberapa model teras pada latosol Gunasari, DAS Citanduy. hlm. 187–195 *dalam* Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah: Bidang Konservasi Tanah dan Air. Bogor, 22 – 24 Agustus 1989. Puslittanak. Bogor.
- Haryati, U., A. Abdurachman, dan C. Setiani. 1993. Alternatif teknik konservasi tanah untuk lahan kering di DAS Jratunseluna bagian hulu. hlm 83–106. *dalam* Risalah Lokakarya Pengembangan Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi di Lahan Kering Hulu DAS Jratunseluna dan Brantas. Tawangmangu, 7–8 Desember 1992. P3HTA.
- Nurisyah, S. 2001. Pengembangan kawasan wisata agro (Agrotourism). *Buletin dan Lanskap Indonesia* 4 (2): 20–23.
- Suganda, H., M. S. Djunaedi, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh cara pengendalian erosi terhadap aliran permukaan, tanah tererosi, dan produksi sayuran pada Andisol. *Jurnal Tanah dan Iklim* 15: 38–50.
- Sutapradja, H., dan Asandhi. 1998. Pengaruh arah guludan, mulsa dan tumpangsari terhadap pertumbuhan dan hasil kentang serta erosi di Dataran Tinggi Batur. *Jurnal Hortikultura* 8 (1): 1.006–1. 013.
- Suwardjo, H. 1981. Peranan Sisa-sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air dalam Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi Doktor IPB. Bogor. Tidak dipublikasi.
- Suwardjo, H., A. Abdurachman, and S. Abujamin. 1989. The use of crop residu mulch to minimize tillage frequency. *Pembrit. Penel. Tanah dan Pupuk* 8:31-37.
- Tala'ohu, S. H., A. Abdurachman, dan H. Suwardjo. 1992. Pengaruh teras bangku, teras gulud, slot mulsa flemingia dan strip rumput terhadap erosi, hasil tanaman dan ketahanan tanah Tropudult di Sitiung. hlm. 79–89 *dalam* Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah: Bidang Konservasi Tanah dan Air. Bogor, 22 –24 Agustus 1989. Puslittanak. Bogor.
- Thamrin, M., H. Sembiring, G. Kartono, dan S. Sukmana. 1990. Pengaruh berbagai macam teras dalam pengendalian erosi tanah Tropudalf di di Srimulyo Malang. hlm. 9–17 *dalam* Risalah Pembahasan Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah. Tugu-Bogor. 11–13 Januari 1990. P3HTA. Badan Litbang Pertanian. Deptan.

DEMONSTRASI AREAL PENGEMBANGAN KENTANG DI KABUPATEN SLEMAN D.I.YOGYAKARTA

Sutardi, Mulyadi, Suparto, dan Subowo

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) sesuai dikembangkan pada dataran tinggi, walaupun dapat berproduksi tinggi di dataran medium pada temperatur malam yang dingin. Temperatur malam yang dingin terjadi pada bulan Juni sampai Agustus dalam satu tahunnya. Tujuan demonstrasi ini untuk mengetahui kesesuaian paket teknologi hasil pengkajian kentang BPTP Yogyakarta terhadap dua varietas pada dua ketinggian tempat di atas permukaan laut. Metodologi pengkajian melalui demonstrasi dilakukan secara *On Farm Research* dengan cara melibatkan petani sebagai kooperator. Penelitian menggunakan rancangan *split plot design*. Perlakuan petak utama (*main plot faktor*) adalah varietas kentang V1 (Nadia), V2 (Gronola), dan perlakuan anak petak (*Sub plot faktor*) ketinggian tempat T1 (450 m dpl) di Dusun Sruni, Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan dan T2 (800 m dpl) di Dusun Porworeja, Hargobinangan, Kec. Pakem, Kab. Sleman. Perlakuan diulang 5 kali melibatkan petani sebanyak 20 orang sebagai ulangan/plot dengan luasan total 1 ha. Adapun paket teknologi rujukan hasil rekomendasi spesifik lokasi budi daya kentang dataran medium dari BPTP Yogyakarta. Hasil demonstrasi pengkajian menunjukkan bahwa pertumbuhan tidak berbeda nyata dipengaruhi oleh ketinggian tempat, akan tetapi produksi varietas Nadia dan Granola berbeda nyata dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Produksi kentang tertinggi hasil ubinan diperoleh varietas Nadia 20.28 t ha⁻¹ dan Granola 19.8 t ha⁻¹ pada ketinggian tempat 800 m dpl.

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) sesuai untuk dikembangkan pada dataran tinggi, akan tetapi dapat berproduksi tinggi di dataran medium. Kentang dalam pembesaran diperlukan temperatur malam yang dingin akan tetapi pada siang hari diperlukan sinar matahari yang penuh. Temperatur malam dingin selama waktu satu tahun terjadi pada bulan Juni - Agustus, sebaliknya temperatur panas di siang hari akan mendukung fotosintesis yang baik. Kentang umumnya diusahakan di dataran tinggi, namun apabila dilihat dari asal dan hasil awalnya bahwa varietas kentang toleran terhadap temperatur panas. Faktor pembatas untuk pengembangan kentang di dataran medium adalah temperatur malam yang tinggi dan drainase yang jelek, sehingga rawan ditanam pada musim hujan dan sebaiknya dapat ditanam pada musim kemarau akan lebih baik.

Permintaan kentang untuk konsumsi, industri olahan dan ekspor yang terus meningkat akan sulit dipenuhi apabila hanya mengandalkan budi daya kentang di dataran tinggi, sehingga perlu ditanam sekali dalam setahun di lahan dataran medium. Varietas kentang industri/prosesing yang dikembangkan oleh swasta melalui program kemitraan dengan petani sejak tahun 1993 sebanyak 15. Varietas Granola dan Nadia merupakan kentang untuk sayur banyak diusahakan

oleh petani dan masih banyak varietas lainnya. Hasil uji adaptasi di dataran medium tahun 1998 sampai 2002 menunjukkan bahwa pertumbuhan dan produksi cukup baik. Hasil uji adaptasi dari Balitsa Lembang tentang penerapan teknologi budi daya yang baik, menunjukkan bahwa beberapa varietas dan galur mampu menghasilkan umbi 26,9–40,8. Walaupun setiap varietas memiliki persyaratan terhadap lingkungan untuk pertumbuhan dan produksi yang optimal.

Usaha tani kentang di dataran tinggi selain banyak menimbulkan bahaya erosi juga membutuhkan biaya yang tinggi akibat biaya transportasi sarana produksi serta hasil umbi (Asandhi, 1989). Pengendalian hama terpadu (PHT) pola tanam padi–sayuran berdampak positif, karena kedua komoditas tersebut sangat berlainan ekosistemnya (Sarjiman dan Sutardi, 2000). Teknologi penurunan temperatur berdasarkan hasil penelitian (Sarjiman dan Sutardi, 2000) dengan pemberian mulsa jerami 5 t ha⁻¹ dan pupuk organik 10-20 t ha⁻¹ bisa menurunkan temperatur 2-3 °C dan peningkatan produksi kentang mencapai 18-22 t ha⁻¹.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan diseminasi hasil penelitian kepada pengguna melalui demonstrasi teknologi di hamparan yang luas di lahan petani untuk melaksanakan anjuran teknologi spesifik lokasi.

METODOLOGI

Pendekatan penelitian pengembangan kentang melalui demonstrasi hasil rekomendasi teknologi BPTP Yogyakarta. Metodologi demonstrasi dilakukan secara *On Farm Research* dengan cara melibatkan petani sebagai kooperator. Pengkajian menggunakan rancangan *Split plot design*. Perlakuan petak utama (*Main plot faktor*) adalah varietas kentang V1 (Nadia), V2 (Gronola), dan perlakuan anak petak (*Sub plot faktor*) ketinggian tempat T1 (450 m dpl) di Dusun Sruni, Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan dan T2 (800 m dpl) di Dusun Porworeja, Hargobinangan, Kec. Pakem, Kab. Sleman. Perlakuan diulang 5 kali melibatkan petani sebanyak 20 orang sebagai ulangan/plot dengan luasan total 1 ha⁻¹. Sistem tanam *single row* dengan kedalaman tanam 40 cm. Takaran pupuk kandang 20 t ha⁻¹ diberikan satu hari sebelum tanam pada alur tanam yang telah disiapkan. Takaran pupuk buatan/kimia adalah ZA 200, urea 150 kg ha⁻¹, ditambah SP-36 200 kg ha⁻¹ ditambah KCl 200 kg ha⁻¹, diberikan bersamaan tanam di antara dua umbi dalam alur tanam. Mulsa jerami dengan takaran 5 t ha⁻¹ diratakan setelah tanam, guna menutupi petakan sampai merata.

Demonstrasi pengkajian dilaksanakan pada tanam bulan Juni dan panen Agustus 2009 (MK II 2009). Penentuan dan pemilihan lokasi pengkajian mengacu pada hasil karakterisasi zone agroekosistem (ZAE) di Kec. Pakem dan Cangkringan. Sebelum dimulai pengkajian dilakukan CPCL bersama dengan Dinas Pertanian dan Kehutanan Kab. Sleman atau studi pemahaman lokasi

dalam dua tahap kegiatan, yaitu survei diagnostik dan survei pendasaran yang mengacu pada hasil analisis zone agroekosistem (ZAE) BPTP Yogyakarta. Tahap berikutnya dilakukan survei pemahaman pedesaan dalam waktu singkat/PPWS/*Rapid Rural Appraisal* (RRA). Proses selanjutnya adalah penentuan pola induk berdasarkan perekayasa hasil komponen teknologi menjadi acuan teknologi. Acuan teknologi berasal dari hasil penelitian kentang oleh BPTP Yogyakarta. Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder dan primer yaitu data biofisik tanah, pertumbuhan, tingkat serangan hama/penyakit, dan komponen hasil tanaman. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis of *variance* (ANOVA) lalu dilanjutkan dengan uji beda nyata 5% untuk membandingkan antara rata-rata pengamatan setiap variabel yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Karakteristik lahan

Deskripsi tanah menurut Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1994) termasuk komplek seri tanah Girikerto, terdiri atas tanah-tanah sangat dalam, drainase agak terhambat, permeabilitas agak lambat. Jenis tanah termasuk famili Typic hapludands dan Lithic hapludands, berabu vulkanik/bersinder, mineral campuran, *isohipertermik*, lereng 15-25%, bentuk bergelombang, *land form* dataran vulkan, bahan vulkan dan drainase baik. Temperatur rata-rata tahunan 20,9°C sedangkan temperatur rata-rata pada saat penanaman kentang pada bulan Juni- Agustus yaitu 31,25°C pada siang hari dan 18,5°C pada malam hari sedangkan curah hujan pada saat pengkajian sangat rendah.

Menurut penelitian, karakterisasi agroekosistem di wilayah tersebut cukup sesuai untuk komoditas kentang pada tingkat kesesuaian S_2tr dengan faktor pembatas temperatur dan perakaran dengan luas wilayah 6075 ha (Sutardi *et al.*, 1998). Persyaratan tumbuh kentang dataran medium (300-700 m dpl) tumbuh dan berproduksi baik pada jenis tanah ordo Andisols dan Inceptisol dengan pH tanah 5,0-6,5 dan mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi selain itu lahan harus bebas penyakit bakteri layu dan sebaiknya merupakan lahan bekas tanaman padi. Menurut Setiadi dan Nurulhuda (1998), kentang dapat tumbuh di daerah tropis dengan temperatur rendah. Temperatur udara ideal untuk tanaman kentang yaitu berkisar antara 15-18°C pada malam hari dan 24-30°C pada siang hari. Wilayah yang mempunyai kisaran temperatur tersebut biasanya pada ketinggian sekitar 500-1.500 m dpl.

Pertumbuhan tanaman

Secara fenotif tinggi tanaman berbeda nyata antar varietas dan ketinggian tempat dari permukaan laut, terjadi interaksi dengan faktor generasi kentang dan ketinggian tempat. Secara rinci hasil disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah batang dan tinggi tanaman dua varietas kentang pada dua ketinggian tempat (m dpl) saat umur 60 HST

Perlakuan		Jumlah batang	Tinggi tanaman
Varietas	Ketinggian (m dpl)		
			cm
Nadia	450	2,87 a*	92,26 b
Nadia	800	2,10 a	120,68 a
Granola	450	2,99 a	69,07 c
Granola	800	2,15 a	74,78 c
Interaksi		(-)	(+)

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada sidik ragam ($\alpha = 5\%$)

Tinggi tanaman dipengaruhi oleh varietas dan ketinggian tempat akan tetapi jumlah batang tidak berbeda nyata. Tinggi tanaman berhubungan langsung dengan jumlah daun per tanaman. Hal ini disebabkan karena batang varietas Nadia lebih tinggi dan besar serta kuat untuk tumbuh ke atas, sedangkan batang varietas Granola agak kecil, lebih pendek serta cenderung tumbuh menjalar ke samping dan mudah robah.

Jumlah batang sangat dipengaruhi oleh proses fisiologis tanaman (Howard, 1969 dalam Subhan dan Ashandi, 1998) sedangkan tinggi tanaman berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Menurut Sunarjono dan Sahat (1973) dalam Cicu *et al.* (1999) bibit kentang jika mempunyai jumlah tunas sedikit maka akan menghasilkan umbi yang sedikit pula, namun umbi yang dihasilkan akan berukuran lebih besar; selain itu jumlah batang yang tumbuh juga dipengaruhi oleh besarnya bibit yang digunakan.

Hasil tanaman

Jumlah umbi per tanaman menunjukkan adanya beda nyata antar varietas dan pengaruh nyata terhadap ketinggian tempat. Jumlah umbi varietas Granola tertinggi pada ketinggian tempat 800 m dpl. Perbedaan kedua ketinggian menunjukkan jumlah umbi pertanaman yang lebih tinggi pada ketinggian 800 m dpl bila dibandingkan dengan jumlah umbi yang terdapat pada ketinggian tempat 450 m dpl (Tabel 2).

Faktor yang lain, besarnya ukuran bibit juga berpengaruh terhadap jumlah umbi yang dihasilkan. Penggunaan umbi yang berukuran besar cenderung untuk menghasilkan umbi yang banyak namun berukuran lebih kecil. Hal ini terkait dengan jumlah batang yang tumbuh di atas permukaan tanah. Dengan jumlah batang yang lebih banyak maka jumlah umbi yang dihasilkan akan lebih banyak pula, namun biasanya berukuran lebih kecil karena distribusi asimilat akan terbagi ke sejumlah umbi yang dihasilkan tersebut.

Tabel 2. Jumlah umbi per tanaman (knol) dan berat umbi per tanaman (g) dua varietas kentang pada dua ketinggian tempat (m dpl)

Perlakuan		Jumlah batang	Tinggi tanaman
Varietas	Ketinggian (m dpl)		cm
Nadia	450	5,30 d*	455,46 d
Nadia	800	12,8 b	984,08 b
Granola	450	7,42 c	691,62 c
Granola	800	15,18 a	1088,38 a
Interaksi		(-)	(+)

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada sidik ragam ($\alpha = 5\%$)

Berat umbi per tanaman menunjukkan adanya beda nyata antar varietas maupun ketinggian tempat (Tabel 2). Berat umbi yang dihasilkan lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti temperatur udara, lengas tanah dan intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman berhubungan langsung dengan ketinggian tempat. Hasil tanaman terutama berat umbi yang dihasilkan sangat terkait dengan proses fotosintesis dan respirasi. Menurut Setiadi dan Nurulhuda (1998), kentang dapat tumbuh di daerah tropis dengan temperatur malam hari yang rendah. Temperatur udara yang ideal untuk tanaman kentang yaitu berkisar antara 15-18°C pada malam hari dan 24-30°C pada siang hari. Temperatur yang dingin diperlukan oleh tanaman kentang untuk pembentukan umbi.

Berat umbi per petak dan berat umbi per ha berdasarkan hasil sidik ragam, berat umbi ubinan dan berat umbi per ha menunjukkan adanya beda nyata antar varietas dan tinggi tempat (Tabel 3). Keduanya mempunyai potensi yang hampir sama untuk ditanam di ketinggian tempat yang sama pada dataran medium.

Produksi dataran tinggi dibandingkan dengan produksi dataran medium hasil umbi per ha menunjukkan bahwa hampir sama akan tetapi inputnya nilainya lebih rendah. Menurut hasil penelitian dilakukan oleh Setiadi dan Nurulhuda (1998) produksi kentang varietas Granola mencapai 30 t ha⁻¹. Hal ini disebabkan oleh faktor lingkungan tumbuh yang berbeda, terutama temperatur udara dan intensitas cahaya matahari yang mempengaruhi metabolisme tanaman dalam

menghasilkan asimilat sehingga mempengaruhi produksi kentang. Selain faktor tersebut, cara pemeliharaan tanaman juga berpengaruh terhadap tingginya produksi umbi.

Tabel 3. Berat umbi per petak dan berat umbi per hektar dua varietas kentang pada dua ketinggian tempat (m dpl)

Varietas	Perlakuan Ketinggian m dpl	Berat umbi ubinan 2.5 m x 2.5 m Kg	Berat umbi per ha t
Nadia	450	9,96 b *	15,36 b
Nadia	800	12,68 a	20,28 a
Granola	450	8,22 b	13,15 b
Granola	800	12,38 a	19,80 a
Interaksi		(-)	(-)

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada sidik ragam ($\alpha=5\%$)

Intensitas cahaya matahari dan temperatur dingin pada malam hari yang diterima oleh tanaman berpengaruh terhadap pembentukan umbi dan kualitas umbi, karena terkait dengan proses fotosintesis dan proses transfer asimilat ke umbi serta respirasi pada malam hari yang rendah. Respirasi yang rendah akan berdampak terhadap penimbunan asimilat yang optimal. Kondisi lengas tanah juga mempengaruhi pembesaran umbi, karena air juga mempengaruhi proses pembentukan asimilat yang nantinya akan ditransfer ke umbi. Dengan kondisi lengas tanah yang cukup, tanaman dapat melakukan fotosintesis dan aktivitas metabolisme dengan baik pengaruh dari mulsa jerami. Proses fotosintesis pada intensitas penuh pada bulan Juni sampai Agustus di dukung oleh kelembapan maka fotosintesis akan berlangsung lebih baik sehingga asimilat yang dihasilkan akan lebih besar. Persentase hasil kualitas umbi secara rinci disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Persentase berat umbi per tanaman dua varietas kentang di dua ketinggian tempat (m dpl)

Perlakuan Varietas	Ketinggian m dpl	> 80 g	40-80 g	<40-10 g
Nadia	450	48,06 c *	39,06 a	12,88 a
Nadia	800	80,28 a	12,68 c	7,04 b
Granola	450	69,46 b	22,82 b	7,72 b
Granola	800	80,70 a	12,38 a	6,92 b
Interaksi		(-)	(-)	(-)

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada sidik ragam ($\alpha=5\%$)

Persentase berat umbi per tanaman menunjukkan besarnya hasil panen dari tanaman yang dapat untuk kentang konsumsi. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa umbi konsumsi yang berukuran > 80 g paling tinggi diperoleh pada kedua varietas pada ketinggian tempat 800 m dpl (Tabel 4). Untuk umbi kelas B (40-80 g) dan C (40-10 g) beda nyata antar varietas maupun antar tinggi tempat dari permukaan laut. Umbi kelas C (40-10 g), termasuk umbi ares (20-30 g) dan umbi krill (< 20 g) beda nyata antar varietas maupun antar tinggi tempat di atas permukaan laut. Hasil demonstrasi menunjukkan bahwa kualitas umbi kentang terbentuk pada temperatur malam yang rendah dan siang hari yang tinggi. Temperatur ideal untuk tanaman kentang dataran medium berkisar antara 15–21 °C pada malam hari dan 21–30 °C pada siang hari, sehingga kentang dapat tumbuh baik di wilayah dengan ketinggian 350–1.500 m dpl. Hal yang sama berdasarkan hasil penelitian (Sutardi, 2009) kentang yang ditanam pada awal bulan Juni dan dipanen pada bulan Agustus, menunjukkan persentase kelas umbi berpengaruh nyata. Kentang varietas Panda, Altantik, dan Granola mempunyai persentase klas A 80,9% dan 19,01%.

KESIMPULAN

1. Demonstrasi kesesuaian paket teknologi penanaman kentang Varietas Nadia dan Granola sangat baik beradaptasi pada dataran medium dengan ketinggian tempat dari permukaan laut 800 m dpl.
2. Varietas kentang Nadia dan Granola dapat berproduksi yang cukup tinggi pada ketinggian tempat 450 m dpl yang ditanam pada bulan Juni dan panen bulan Agustus.
3. Paket teknologi hasil rekomendasi spesifik lokasi BPTP Yogyakarta dengan *input* takaran pupuk kandang 20 t ha⁻¹ diberikan satu hari sebelum tanam pada alur tanam yang telah disiapkan. Takaran pupuk anorganik Za 200, urea 150 kg ha⁻¹, ditambah SP-36 200 kg ha⁻¹ ditambah KCl 200 kg ha⁻¹, diberikan bersamaan tanam di antara dua umbi dalam alur tanam.
4. Mulsa jerami dengan takaran 5 t ha⁻¹ diratakan setelah tanam, guna menutupi petakan sampai merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Asandhi, A.A.1989. Penelitian pengembangan sayuran dan tanaman hias dalam Repelita IV untuk mencapai sistem pertanian yang tangguh. Balai Penelitian Hortikultura Lembang.
- Cica, N.I Sidik, Agussalim, dan G. Kartono. (1999). Adaptasi beberapa varietas/ klon kentang di dataran rendah Meramo (Sulawesi Tenggara). J. Hort 9 (2): 114-120
- Sarjiman dan Sutardi. 2000. Pemanfaatan bahan organik dan mulsa jerami bagi peningkatan produksi kentang di dataran medium daerah Istimewa

- Yogyakarta. hlm. 23–26 *dalam* Prosiding Seminar Teknologi Pertanian untuk Mendukung Agribisnis dalam Pengembangan Ekonomi Wilayah dan Ketahanan Pangan. PSE Bogor. IPPTP Yogyakarta Kerjasama dengan UNWAMA Yogyakarta dan UPN “Veteran” Yogyakarta. 23 November 2000. Yogyakarta. Badan Litbang Pertanian.
- Setiadi dan S. F. Nurulhuda. 1998. Kentang: Varietas dan Pembudidayaannya. Penebar Swadaya. Jakarta. 87 hal.
- Subhan dan A.A Ashandi. 1998. Waktu aplikasi nitrogen dan penggunaan kompos dalam budi daya kentang di dataran medium. J. Hort. 8(2): 1.072-1.077
- Sutardi, H. Ngadimin, dan Budiono. 1998. Penerapan analisis spesifik lokasi berdasarkan zone agroekosistem tingkat tinjau 1 : 300.000 dan Semi detail 1 : 50.000 D.I. Yogyakarta. *dalam* Pros. Seminar Ilmiah dan Lokakarya Teknologi spesifik Lokasi dalam Pengembangan Pertanian dengan Orientasi Agribisnis. BPTP Ungaran, PSE Bogor. Badan Litbang Pertanian. hlm. 5-11.
- Sutardi. 2009. Kajian Pertumbuhan dan Produksi kentang di Dataran Medium. Makalah di sampaikan pada seminar nasional di BPTP Jawa Timur pada Bulan Oktober 2009. 12 hlm. (tidak dipublikasikan)

USAHA TANAMAN KANGKUNG DI LAHAN KERING GUNUNGKIDUL DALAM RANGKA PEMANFAATAN WAKTU LUANG PADA MUSIM KEMARAU

Murwati dan Supriadi

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Petani di lahan kering umumnya mempunyai waktu luang pada musim kemarau dari bulan Mei sampai dengan bulan September. Pada wilayah tertentu seperti Dusun Ngepoh, Desa Semin Kec. Semin, Kab. Gunungkidul memiliki sedikit potensi air yang dapat digunakan untuk penanaman sayuran (kangkung, sawi, dan lain-lain). Di Kelompok Tani Ngudi Rukun sebanyak 30% dari jumlah anggota kelompok tani mengusahakan tanaman kangkung, dengan luasan berkisar 10–100m². sebagai contoh luasan 62,5 m² dapat dihasilkan kangkung sebanyak 2300 ikat @ Rp 400; = Rp 920.000; dengan efisiensi usaha ($R/C = 2,1$).

PENDAHULUAN

Keberadaan lahan kering di DIY cukup luas, yaitu sekitar 184.000 ha (58% dari luas wilayah Provinsi DIY) dan sekitar 50% dari luas lahan kering di DIY terdapat di wilayah Kab. Gunungkidul. Permasalahan yang dihadapi dalam upaya pengembangan pertanian di kawasan lahan kering relatif kompleks berkaitan dengan kondisi agroekologi yang kurang menguntungkan dan sosial ekonomi masyarakat yang umumnya lemah. Penerapan teknologi usaha tani yang kurang memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air dapat merupakan pembatas dalam usaha pertanian terlebih pada musim kemarau, sehingga pada musim kemarau petani banyak mempunyai waktu luang.

Kangkung (*Ipomoea Aquatica Forsk*) merupakan salah satu sayuran yang bergizi tinggi dan cukup digemari oleh masyarakat Indonesia. Sayuran ini merupakan sumber utama vitamin A, vitamin C, dan zat besi juga bermanfaat sebagai tanaman obat (Tseng *et al.*, 1992 *dalam* Djuariah, 2006). Kangkung tergolong sayuran yang sangat populer, karena merupakan tanaman yang tumbuh cepat dan memberikan hasil dalam waktu 4-6 minggu sejak dari benih. Kangkung yang dikenal dengan nama Latin *Ipomoea reptans* terdiri atas 2 (dua) varietas, yaitu kangkung darat yang disebut kangkung cina dan kangkung air yang tumbuh secara alami di sawah, rawa, atau parit-parit (Perdana, 2009).

Menurut Hardiyanto (2001) bertanam kangkung harus memperhatikan dua hal yaitu dalam penanaman dan cara pemeliharaan. Syarat bertanam, tanaman dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi ($\pm$ 2000 m/dpl dan pada lahan terbuka atau mendapatkan sinar matahari yang cukup, Syarat pemeliharaan misal dengan pemupukan yang tepat, penyiangan, dan lainnya. Kangkung yang dikembangkan pada lahan kering pada musim kemarau di dusun Ngepoh pada umumnya dibudidayakan kangkung darat.

METODOLOGI

Penanaman kangkung pada lahan kering di sawah dilaksanakan pada musim kemarau bulan Mei sampai dengan bulan September 2009, di Dusun Ngepoh, Desa Semin, Kec. Semin, Kab. Gunungkidul. Penanaman dilakukan oleh 10 petani atau 30% dari jumlah anggota kelompok tani Ngudi Rukun. Cara penanaman: tiga minggu sebelum tanam tanah diolah dan dicampur pupuk kandang atau pupuk kompos 15 t ha⁻¹, Kemudian dibuat bedengan lebar 1-1,5 m panjang sesuai panjang lahan, dalam 15 – 20 m dan jarak antar bedeng 40 - 50 cm (ukuran tergantung keadaan lahan). Tanah ditugal berjarak 15 cm X 5 cm, dan antar barisan 15 cm. Benih kangkung ditanam 2-3 biji/lubang tanam, dilakukan pada sore hari yaitu jam 16.00 -17.00 hal ini bertujuan agar benih setelah ditanam cepat berkecambah. Untuk luasan 62,5 m² adalah 500 g (10 bungkus) biji, pupuk 6 kg urea dan 6 kg ZA yang diberikan tiga kali selama penanaman. Penyiangan dilaksanakan 2 minggu sekali tergantung keadaan gulma, penyiraman dilakukan dua kali dalam sehari pada pagi hari (kurang lebih jam 7.00 dan sore sekitar jam 15.00). Tanaman dipanen tiga kali selama penanaman. Panen pertama dilakukan tanaman berumur 2-2,5 bulan. Panen kedua dilaksanakan tiga minggu setelah panen pertama dan panen yang ke tiga dilaksanakan tiga minggu dari panen kedua. Ciri kangkung dapat dipanen yaitu kangkung sudah tumbuh dengan panjang batang 20-25 cm, cara panen kangkung darat pangkas batangnya dengan menyisakan 2-5 cm di atas permukaan tanah (2-3 buku/ruas tua ditinggalkan) panen dilakukan pada sore hari.

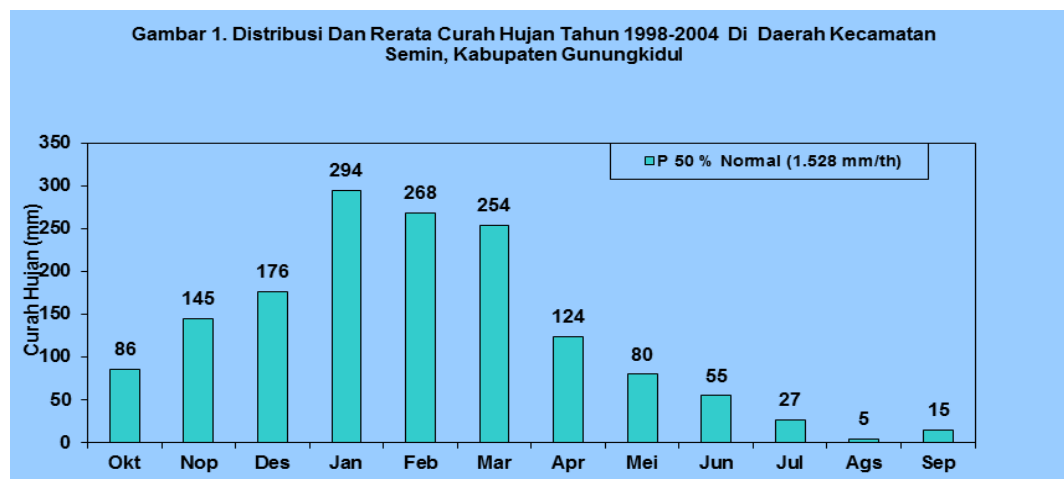
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi Sumber Daya Lahan

Wilayah DIY, seperti wilayah lain di Indonesia, memiliki dua musim utama, yaitu musim hujan (Oktober-Maret) dan musim kemarau (April-September). Rata-rata curah hujan berkisar antara 1.547-3.989 mm/tahun. Temperatur rata-rata 28°C, dengan temperatur maksimum dan minimum berturut-turut 33 dan 21°C. Kelembapan udara rata-rata 76%, dengan kelembapan maksimum dan minimum berturut-turut 97 dan 47%.

Dari segi pemanfaatan lahan, secara umum dapat dikelompokkan dalam lahan sawah seluas 59,729 ha (18,75%), pekarangan 86,725 ha (27,23%), tegalan 109,432 (34,35%), hutan 17,06 ha (5,36%), dan lain-lain 45,571 ha (14,30%). Petani dalam melakukan usaha taninya tidak saja bertumpu pada usaha budi daya tanaman tetapi juga usaha ternak. Di lain pihak, kondisi sosial ekonomi dari sebagian besar petani yang umumnya lemah baik dalam hal permodalan, pemilikan lahan, akses terhadap pasar, dan posisi tawar.

Keadaan lahan kering di Provinsi DIY cukup beragam dan umumnya merupakan lahan suboptimal dengan permasalahan yang relatif kompleks baik ditinjau dari keadaan agroekologi (bentuk lahan, tanah dan iklim, vegetasi) dan kondisi sosial ekonomi masyarakat (World bank, 1991 ; IPPTP Yogyakarta 1997; BPTP Yogyakarta 2003). Permasalahan tersebut antara lain berkaitan dengan bentuk lahan yang sebagian besar ($\pm$ 60%) berlereng $> 15\%$, kesuburan tanah umumnya rendah, musim kering yang relatif panjang dan tanah relatif peka terhadap erosi, keterbatasan air untuk usaha tani dan produktivitas lahan rendah.



Lahan	MH	MK-1	MK-2
Sawah	Padigogo rancah	Padi sawah	Jagung/ kc. tanah, sayuran
Tegalan	Jagung, kc. tanah, kedelai, ubikayu	Jagung, kc. tanah/ kedelai	Bero

Sumber: BPTP, 2006

Dari luasan lahan kering di Provinsi DIY yang potensial dikembangkan untuk usaha pertanian, sekitar 50% nya terdapat di wilayah Kab. Gunungkidul (BPS-Provinsi DIY, 2002) dan umumnya tergolong ke dalam zone agroekosistem lahan kering dataran rendah beriklim kering. Pemerintah daerah setempat saat ini dalam kebijakannya untuk pengembangan pertanian di lahan kering mencanangkan perlunya sistem dan usaha tani yang berwawasan agribisnis dan

lingkungan. Di kawasan lahan kering wilayah Kabupaten Gunungkidul, usaha tani tanaman dan ternak merupakan salah satu sumber pendapatan utama bagi masyarakat tani. Usaha tani tanaman pada saat musim kemarau pada MK-2 di lahan sawah dengan memanfaatkan air yang terbatas dapat diusahakan tanaman kangkung.

Penanaman sayuran dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan september dengan curah hujan yang sangat rendah (5-80 mm tahun⁻¹), pada wilayah tertentu seperti Dusun Ngepoh yang memiliki sedikit potensi air pada embung yang dapat digunakan untuk penanaman sayuran seperti kangkung

Potensi lahan sawah di Desa Semin sebagian besar adalah lahan sawah tadah hujan. Lahan sawah tadah hujan pada MH-I, umumnya petani menanam padi gogo rancak, pada MK-I umumnya petani menanam padi sawah dan pada MK-2 petani umumnya menanam sayuran. Potensi lahan sawah tadah hujan di Desa Semin tertera ada Tabel 1.

Tabel 1 Luas Lahan Desa Semin

Penggunaan lahan	Luas
	ha
Permukiman/pekarangan	257
Perairan darat, dll	23
Sawah irigasi	22
Sawah tadah hujan	375
Tegalan/lading	525
Total (Luas Desa)	1.202

Sumber: BPTP Yogyakarta, 2006

2. Kontribusi terhadap pendapatan keluarga

Sumber pendapatan petani di Desa Semin tertinggi pada usaha tani ternak (22,5% dari total pendapatan keluarga), sumber pendapatan dari usaha sayuran 13,38% dari pendapatan keluarga. Pada umumnya petani mengusahakan sayuran sawi dan kangkung, dengan perbandingan 1 : 1. Untuk sumber pendapatan petani tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Sumber pendapatan penduduk

Padi dan palawija	Sayuran	Buah-buahan	Perkebunan	Peternakan	Lainnya	Total pendapatan
29,44 %	13,38 %	9,08 %	17,30 %	22,50 %	8,30 %	100 %

Sumber: BPTP Yogyakarta, 2006

3. Waktu luang petani

Pada musim akhir MK-I, umumnya petani mengusahakan tanaman ternak, dan sebagian memanfaatkan menanam sayuran. Pada umumnya MK-I, lahan bero, kecuali pada wilayah tertentu yang memiliki sedikit air, lahan tersebut dimanfaatkan menanam sayuran. Curahan tenaga kerja tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Curahan tenaga kerja di lahan sawah

	Uraian	Bulan											
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MH-1.	1. Usaha tanam Padi												
	1. Olah Tanah	✓	✓										V
	2. Tanam		✓										
	- Panen			✓									
MK-1.	2. Usaha Ternak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1. Usaha Tanam Sayur												
	- Olah Tanah						✓						
	- Tanam							✓					
MK-2.	- Panen								✓				
	2. usaha Ternak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1. Usaha Bero												
	- Olah Tanah												V
	- Tanam												
	- Panen												
	2. Usaha Ternak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: Data primer.2009

4. Panen

Panen dilakukan tiga kali. Pada panen pertama tanaman berumur 2-2,5 bulan atau saat kangkung sudah tumbuh batang 20-25 cm, cara memanen pangkas batangnya dengan menyisakan 2-5 cm di atas permukaan tanah atau meninggalkan 2-3 buku tua. Panen dilakukan pada sore hari. Supaya tidak cepat layu. Hasil panen tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil kangkung di lahan kering pada musim kemarau 2009

No	Uraian	Produksi (ikat)
1	Panen pertama	1000
2	Panen kedua	800
3	Panen ketiga	500
	Jumlah	2300

5. Analisis usaha tani kangkung secara sederhana

Pada luasan 62,5 m² didapatkan hasil penjualan Rp 920.000 dan keuntungan Rp 482.000,- dengan R/C 2,1 yang berarti pengorbanan Rp 1,- akan didapatkan imbalan 2,1 x atau Rp 2,1,-. Secara ekonomis bertanam kangkung di lahan kering pada musim kemarau layak diusahakan (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis secara sederhana usaha tani kangkung Seluas 62,5m²

No	Uraian	Jumlah (Rp)
1.	Biaya produksi	
	- Bibit 10 bungkus @Rp 2000;	20.000
	Pupuk	
	- Pupuk kandang 4 zak @ Rp 25.000;	100.000
	- Pupuk urea 6 kg @ Rp 1500;	9.000
	- Pupuk ZA 6 kg @ Rp 1.500;	9.000
	Pestisida	
	Tenaga kerja	
	Cangkul lahan 2 OH @ Rp 25.000;	50.000
	Tanam bibit 1 OH @ Rp 25.000;	25.000
	Panen 3 kali 3OH @ Rp 25.000;	75.000
	Penyiraman selama penanaman Rp 150.000;	150.000
	Total biaya	438.000
2.	Produksi	
	2.300 ikat @ 400; (5-6 ikat = 1 kg)	920.000
3	Keuntungan	482.000
	R/C	2,1

Sumber : Data Primer . 2009

KESIMPULAN

1. Petani lahan kering di musim kemarau memanfaatkan waktu luang untuk mengusahakan sayuran kangkung
2. Lahan yang diusahakan baru sebagian kecil hanya 10 m² sampai 100 m²
3. Mengusahakan kangkung seluas 62,5 m², akan mendapat keuntungan Rp 482.00,-. Dengan R/C 2,1, secara ekonomis mengusahakan kangkung di lahan kering pada musim kemarau layak diusahakan

DAFTAR PUSTAKA

BPTP Yogyakarta. 2003. Lembar Peta ZAE dan Kesesuaiannya untuk Berbagai Komoditas Pertanian skala 1:50.000. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Yogyakarta

- BPTP Yogyakarta. 2006. Laporan Penelitian, Pengkajian dan Diseminasi Pengkajian Sistem Usaha Tani Berwawasan Agribisnis di Lahan Kering (Primatani Lahan Kering Dataran Rendah Beriklim Kering). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Yogyakarta. (tidak dipublikasikan)
- Djuariah. D. 2006. Variabilitas genetik, heritabilitas dan penampilan venotopik 50 genotipe kangkung darat di dataran medium. Balai Penelitian Sayuran Lembang Bandung. [http://air.Bappenas.go.id/doc/pdf/Kangkung/analisis dampak](http://air.Bappenas.go.id/doc/pdf/Kangkung/analisis_dampak). Didownload pada 5 Februari 2010
- Hardiyanto. S. 2001. Cara Bertanam Kangkung. PT. Balai pustaka. Situs Hijau.co.id. didownload 5 Februari 2010
- IPPTP Yogyakarta. 1997. Lembar Peta ZAE dan Kesesuaiannya untuk Berbagai Komoditas Pertanian skala 1:300.000. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP) Yogyakarta.
- Perdana. D.Kangkung (*Epomoea Reptans*). Budi daya pertanian/Budi daya Kangkung.html download pada tanggal 5 Februari 2010
- World bank, 1991. Staff Appraisal Report, Yogyakarta upland Area Development project. Washington, USA.

PENGARUH ZPT GIBERELIN (GA₃) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SELEDRI

Nani Sumarni dan Gina Aliya Sopha

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada Balai Penelitian Serealia

ABSTRAK

Rancangan acak kelompok dengan lima ulangan digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan ZPT giberelin terhadap pertumbuhan dan hasil seledri, serta mendapatkan konsentrasi giberelin berbentuk cair dan tepung paling tepat untuk meningkatkan hasil seledri. Perlakuan terdiri atas takaran ZPT giberelin cair: 0,02 ml l⁻¹; 0,04 ml l⁻¹; dan 0,8 ml l⁻¹; ZPT giberelin tepung: 0,002 g l⁻¹; 0,004 g l⁻¹ dan 0,008 g l⁻¹; serta kontrol (tanpa ZPT). Larutan ZPT diaplikasikan tiga kali, yaitu pada 14, 30 dan 45 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan pada umumnya aplikasi ZPT giberelin cair dan ZPT giberelin tepung meningkatkan tinggi tanaman, indeks luas daun, jumlah tangkai daun, bobot segar per tanaman, dan hasil seledri per petak. Peningkatan hasil seledri per petak tertinggi diperoleh pada perlakuan 0,004 g l⁻¹ giberelin tepung dan 0,08 ml l⁻¹ giberelin cair.

PENDAHULUAN

Seledri (*Apium graveoleus* L). merupakan salah satu tanaman sayuran daun yang banyak diusahakan oleh para petani di dataran tinggi dan dapat dibudidayakan secara monokultur maupun tumpang sari. Tumpang sari bawang daun dan seledri dapat menekan gulma hingga 20%, namun terjadi penurunan dalam hal kualitas hasil panen (Baumann *et al.*, 2001; 2002). Tanaman seledri termasuk tanaman bianual, berbatang pendek, berdaun roset, dan tingginya sekitar 60 cm saat di panen. Dalam penggunaannya, seledri lebih banyak diperlukan sebagai bahan penyegar, yaitu untuk campuran makanan seperti sup, soto, dan lain-lain. Seledri memiliki nilai aktivitas antioxidant yang tinggi setelah dipanaskan dan juga residu seledri dapat digunakan sebagai sumber alami untuk manitol dan gula larut lainnya (Gazzani *et al.*, 1998; Ruperez and Toledano, 2003). Dewasa ini penggunaan seledri semakin meningkat, karena itu hasil panen seledri dituntut meningkat pula.

Sebagai tanaman sayuran daun, hasil panen seledri tergantung pada pertumbuhan vegetatifnya. Panjang tangkai (petiole) dan besar daun akan menentukan nilai ekonomisnya. Menurut Wien (1997) faktor ekstern tanaman yang sulit dikendalikan di lapangan dan berpengaruh terhadap laju pembentukan daun seledri adalah panjang hari dan suhu lingkungan. Suhu rendah ataupun suhu tinggi dapat menghambat pembentukan daun seledri. Pada suhu tinggi

tangkai daun seledri menjadi lebih pendek. Kisaran rata-rata suhu bulanan yang ideal untuk pembentukan daun seledri adalah 16-21°C dan rata-rata suhu bulanan maksimum tidak lebih dari 24°C. Pada panjang hari yang panjang dapat menyebabkan pemanjangan daun, sedangkan pada hari pendek daun menjadi lebih pendek (Wien, 1997, Knoop dan Deanon, 1967).

Untuk mengatasi pengaruh negatif dari panjang hari dan suhu lingkungan yang kurang cocok dapat dilakukan dengan aplikasi zat pengatur tumbuh asam giberelin (Wien, 1997). Menurut Plummer dan Bell (1995) penambahan GA₃ sebesar 50 mg l⁻¹ pada perkecambahan tanpa cahaya dapat menstimulasi perkecambahan sehingga sama seperti pada perkecambahan dengan cahaya. ZPT giberelin ada 2 macam yaitu dalam bentuk cair dan bentuk tepung yang diaplikasikan melalui penyemprotan ke seluruh bagian tanaman. Selain itu, telah dilaporkan oleh Yuniastuti *et al.* (1994) bahwa pemberian giberelin dapat meningkatkan jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per pohon pada tanaman anggur dan pada umumnya aplikasi GA₃ pada tanaman seledri memberikan pengaruh yang menguntungkan (Takatori *et al.*, 1959 dalam Weaver, 1972).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan ZPT giberelin cair dan ZPT giberelin tepung terhadap pertumbuhan dan hasil seledri, serta mendapatkan konsentrasi ZPT giberelin cair dan ZPT giberelin tepung paling tepat untuk meningkatkan hasil seledri.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sayuran Lembang (1250 m dpl), dari bulan Mei s/d September 2004. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima ulangan dan sembilan perlakuan, yaitu :

- A = ZPT giberelin cair 0,02 ml l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 LS)
- B = ZPT giberelin cair 0,04 ml l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 LS)
- C = ZPT giberelin cair 0,08 ml l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 LS)
- D = ZPT giberelin cair 0,04 ml l⁻¹ (berasal dari Agrogibb 40 WSC)
- E = ZPT giberelin tepung 0,002 g l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 T)
- F = ZPT giberelin tepung 0,004 g l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 T)
- G = ZPT giberelin tepung 0,008 g l⁻¹ (berasal dari Progibb 20 T)
- H = ZPT giberelin tepung 0,004 g l⁻¹ (berasal dari Agrogibb 20 T)
- I = Kontrol (tanpa ZPT giberelin).

Kultivar seledri yang digunakan yaitu kultivar lokal, ditanam dengan jarak tanam 1.5 m x 1.5 m pada petak-petak percobaan berukuran 3 m x 3 m = 9 m² dan jarak antar petak 1 m. Pupuk kandang di berikan sebanyak 15 t ha⁻¹, disebar

rata di atas bedengan. Pupuk NPK sebanyak 300 kg ha⁻¹ diberikan 2 kali, pada saat tanam dan 4 minggu setelah tanam. ZPT giberelin cair dan tepung diaplikasikan tiga kali, yaitu pada 14, 30, dan 45 hari setelah tanam. Caranya disemprotkan ke seluruh bagian tanaman dengan menggunakan alat semprot punggung semi otomatis volume tinggi (500–700 l ha⁻¹). Pemeliharaan tanaman seperti pengairan, penyemprotan pestisida penyiangan gulma dilaksanakan secara intensif sesuai dengan rekomendasi Balitsa.

Parameter yang diamati meliputi:

1. Tinggi tanaman pada umur 3, 5, 7, dan 9 minggu setelah tanam.
2. Indeks luas daun (LAI) pada umur 3, 5, 7, dan 9 minggu setelah tanam.
3. Jumlah anakan.
4. Hasil (robot segar tanaman).
5. Pengamatan penunjang, yaitu kerusakan tanaman karena hama dan penyakit.

Data yang diperoleh dianalisis dengan Uji Fisher dan perbedaan diantara perlakuan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman seledri disajikan pada Tabel 1. Perlakuan zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman seledri pada umur 3, 5, dan 7 minggu setelah tanam (mst). Pengaruh perlakuan zat pengatur tumbuh tersebut terhadap tinggi tanaman seledri baru tampak nyata pada umur 9 mst. Tinggi tanaman seledri umumnya meningkat dengan perlakuan zat pengatur tumbuh. Namun, perbedaan konsentrasi dari zat pengatur tumbuh tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman.

Peningkatan tinggi tanaman seledri akibat perlakuan zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung disebabkan karena kandungan asam gibberelat (GA3) pada zat pengatur tumbuh tersebut dapat merangsang perbesaran/pemanjangan dan pembelahan sel (Weaver, 1972). Asam gibberelat dapat mempengaruhi membran sel dengan naiknya permeabilitas sel, sehingga tekanan osmotik naik dan sel menjadi mengembang dan memanjang. Proses ini sangat dipengaruhi oleh enzim α amilase. Menurut Huang (1963) dalam Weaver (1972) peningkatan tinggi tanaman akibat aplikasi GA3 terutama disebabkan oleh perbesaran/pemanjangan ukuran sel selain perbanyakan jumlah.

Table 1. Pengaruh zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung terhadap tinggi tanaman seledri

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	3 mst	5 mst	7 mst	9 mst
	----- cm -----			
A=ZPT giberelin cair 0,02ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	9.64 a*	12.62 a	15.47 a	17.20 b
B=ZPT giberelin cair 0,04ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	9.10 a	11.78 a	16.35 a	17.65 b
C=ZPT giberelin cair 0,08 ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	9.22 a	11.90 a	16.13 a	16.73 b
D=ZPT giberelin cair 0,04ml l ⁻¹ (Agrogibb 40 WSC)	9.61 a	11.88 a	15.33 a	16.96 b
E=ZPT giberelin tepung 0,002g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	9.52 a	12.12 a	14.51 a	17.00 b
F=ZPT giberelin tepung 0,004g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	10.33 a	13.12 a	16.41 a	17.39 b
G=ZPT giberelin tepung 0,008g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	8.78 a	12.60 a	16.07 a	16.39 b
H=ZPT giberelin tepung 0,004g l ⁻¹ (Agrogibb 20 T)	8.34 a	10.94 a	16.16 a	16.40 b
I=Kontrol (tanpa ZPT giberelin).	8.68 a	10.84 a	11.22 a	12.06 a
KK (%)	11.68	16.41	11.70	7.84

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

mst = minggu setelah tanam

Hasil-hasil penelitian di Taiwan dan di California menunjukkan bahwa aplikasi GA₃ pada tanaman seledri umumnya memberikan pengaruh yang menguntungkan, antara lain dapat meningkatkan panjang tangkai daun atau tinggi tanaman (Knott dan Deanon, 1970; Weaver, 1972; Wien, 1997).

Indeks luas daun

Hasil pengamatan terhadap indeks luas daun seledri disajikan pada Tabel 2. Perlakuan zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung pada berbagai konsentrasi tidak konsisten pengaruhnya terhadap indeks luas daun seledri. Pengaruh perlakuan-perlakuan zat pengatur tumbuh tersebut terhadap indeks luas daun seledri tidak nyata pada umur 3 dan 7 mst, tetapi nyata pada umur 5 dan 9 mst. Tidak konsistennya pengaruh ZPT tersebut terhadap indeks luas daun diduga disebabkan karena pada percobaan ini kelembapan tanah (suplai air) tidak selalu optimum selama masa-masa pertumbuhan tanaman, sebagai akibat terbatasnya persediaan air pengairan. Sedangkan suplai air yang cukup banyak sangat diperlukan sepanjang masa pertumbuhan tanaman seledri (Harjadi, 1990). Pada keadaan lingkungan kurang *favorable*, aplikasi GA₃ akan lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan daun (Weaver, 1972).

Namun demikian, pada umumnya aplikasi zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung yang mengandung GA₃ dapat memberikan indeks luas daun seledri yang lebih tinggi selain kontrol (tanpa ZPT) sejak umur 3 mst. Pada umur 9 mst, indeks luas daun seledri tertinggi berturut-turut diperoleh dengan pemberian 0,08 ml l⁻¹ ZPT giberelin cair (berasal dari Progibb 20 LS), 0,002 g l⁻¹ ZPT giberelin tepung (berasal dari Progibb 20 T), dan 0,02 ml l⁻¹ zpt giberelin cair (berasal dari Progibb 20 LS) (Tabel 2). Dari segi efesiensi penggunaan zat

pengatur tumbuhan pemberian $0,002 \text{ g l}^{-1}$ ZPT giberelin tepung atau $0,02 \text{ ml l}^{-1}$ ZPT giberelin cair cukup memadai untuk meningkatkan indeks luas daun seledri. Meningkatnya indeks luas daun diduga karena, meningkatnya proses pembelahan dan pembesaran sel di dalam daun akibat pemberian GA_3 pada konsentrasi yang tepat. Asam gibberelat dapat merangsang fotosintesis daun (Davies, 1988) dan menyebabkan perubahan tingkat sintesis protein di dalam sel. Hal ini menyebabkan karbohidrat sebagai sumber energi dan protein sebagai penyusun sel-sel baru meningkat, sehingga proses pembelahan dan pembesaran sel di dalam daun meningkat pula.

Tabel 2. Pengaruh zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung terhadap indeks luas daun seledri

Perlakuan	Indeks Luas Daun			
	3 mst	5 mst	7 mst	9 mst
	----- cm -----			
A=ZPT giberelin cair $0,02 \text{ ml l}^{-1}$ (Progibb 20 LS)	0,07 a*	0,10 ab	0,13 a	0,34 ab
B=ZPT giberelin cair $0,04 \text{ ml l}^{-1}$ (Progibb 20 LS)	0,04 a	0,10 bc	0,10 a	0,25 bc
C=ZPT giberelin cair $0,08 \text{ ml l}^{-1}$ (Progibb 20 LS)	0,06 a	0,07 c	0,14 a	0,39 a
D=ZPT giberelin cair $0,04 \text{ ml l}^{-1}$ (Agrogibb 40 WSC)	0,08 a	0,08 bc	0,13 a	0,30 ab
E=ZPT giberelin tepung $0,002 \text{ g l}^{-1}$ (Progibb 20 T)	0,06 a	0,07 c	0,10 a	0,36 ab
F=ZPT giberelin tepung $0,004 \text{ g l}^{-1}$ (Progibb 20 T)	0,04 a	0,08 bc	0,13 a	0,29 abc
G=ZPT giberelin tepung $0,008 \text{ g l}^{-1}$ (Progibb 20 T)	0,06 a	0,08 bc	0,10 a	0,20 c
H=ZPT giberelin tepung $0,004 \text{ g l}^{-1}$ (Agrogibb 20 T)	0,07 a	0,11 a	0,11 a	0,29 abc
I=Kontrol (tanpa ZPT giberelin).	0,05 a	0,07 c	0,11 a	0,22 c
KK (%)	20,36	22,32	20,73	28,25

* Angka di dalam yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

mst = minggu setelah tanam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap komponen hasil seledri disajikan pada Tabel 3. Jumlah tangkai daun seledri umumnya meningkat dengan aplikasi zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung. Seperti dilaporkan Wuryaningsih (1995) bahwa konsentrasi GA_3 berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, jumlah ruas, dan panjang ruas pada tanaman mawar kultivar Cherry Brandy. Peningkatan jumlah tangkai daun paling banyak diperoleh dengan perlakuan $0,004 \text{ g l}^{-1}$ giberelin tepung (berasal dari Agrogibb 20 T), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan $0,002 \text{ g l}^{-1}$ giberelin tepung (berasal dari Progibb 20 T), dan perlakuan $0,02\text{--}0,08 \text{ ml l}^{-1}$ giberelin cair (berasal dari Progibb 20 LS) (Tabel 3). Beberapa peneliti juga melaporkan bahwa aplikasi GA_3 pada tanaman seledri dapat meningkatkan panjang dan jumlah tangkai daun seledri, sehingga hasilnya pun meningkat pula (Wien, 1997; Knott dan Deanon, 1970; Weaver, 1972). Kisaran aplikasi GA_3 yang cocok untuk tanaman seledri adalah $20\text{--}100 \text{ ppm}$ GA_3 . Aplikasi GA_3 sebaiknya diberikan 4 minggu sebelum panen, karena pemberian

GA₃ yang lebih awal dapat menyebabkan terjadinya pembungaan dini (*bolting*). Konsentrasi GA₃ yang tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman seledri, seperti menghambat laju pembentukan daun, meningkatkan gangguan fisiologis (seperti *petiole pithyness*), dan meningkatkan ketidaktahanan terhadap penyakit (Wien, 1997).

Tabel 3. Pengaruh zat pengatur tumbuh giberelin cair dan tepung terhadap hasil seledri

Perlakuan	Jumlah tangkai daun per tanaman	Bobot segar per tanaman (g)	Hasil per petak (kg)
A=ZPT giberelin cair 0,02ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	5,5 ab*	92,0 ab	4,97 ab
B=ZPT giberelin cair 0,04ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	5,3 ab	80,0 ab	4,16 bc
C=ZPT giberelin cair 0,08 ml l ⁻¹ (Progibb 20 LS)	5,1 ab	82,0 ab	5,22 a
D=ZPT giberelin cair 0,04ml l ⁻¹ (Agrogibb40 WSC)	3,4 ab	72,0 b	4,80 abc
E=ZPT giberelin tepung 0,002g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	5,7 a	80,0 ab	4,66 abc
F=ZPT giberelin tepung 0,004g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	6,3 a	108,0 a	5,38 a
G=ZPT giberelin tepung 0,008g l ⁻¹ (Progibb 20 T)	3,9 bc	72,0 b	4,72 abc
H=ZPT giberelin tepung 0,004g l ⁻¹ (Agrogibb 20 T)	2,9 cd	74,0 b	4,54 abc
I=Kontrol (tanpa ZPT giberelin).	1,9 d	66,0 b	3,88 c
CV %	19,95	23,01	14,67

* Angka di dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan 0,004 g l⁻¹ ZPT giberelin tepung (perlakuan F) memberikan peningkatan hasil panen per petak paling tinggi (39% dari kontrol). Hasil ini disebabkan karena perlakuan tersebut juga memberikan tinggi tanaman (Tabel 1), indeks luas daun (Tabel 2), dan jumlah tangkai daun yang tinggi. Dari hasil penelitian ini diduga konsentrasi GA₃ pada perlakuan 0,004 g l⁻¹ ZPT giberelin tepung (perlakuan F) paling cocok untuk pertumbuhan vegetatif tanaman seledri, karena memberikan hasil bobot segar tanaman dan hasil per petak paling tinggi. Sedangkan untuk giberelin cair konsentrasi yang terbaik adalah 0.08 ml l⁻¹ (perlakuan C) yang memberikan kenaikan hasil panen per petak sebesar 35%. Pertambahan bobot segar tanaman ini erat kaitannya dengan bertambahnya tinggi tanaman/panjang tangkai daun, jumlah tangkai daun, dan luas daun. Peningkatan bobot segar tanaman dan hasil seledri juga dapat disebabkan bertambahnya kandungan air di dalam sel tanaman. Aplikasi GA₃ pada konsentrasi yang tepat mendorong pembentukan-pembentukan α amilase. Enzim ini mengkatalisis perubahan pati menjadi gula. Dengan meningkatnya kandungan gula dalam sel menyebabkan tekanan osmotik dalam sel menjadi lebih tinggi dibandingkan diluar sel. Akibatnya air masuk ke dalam sel dan sel membesar, sehingga berat segar tanaman meningkat (Weaver, 1972).

KESIMPULAN

1. Pada umumnya aplikasi ZPT giberelin cair dan ZPT giberelin tepung meningkatkan tinggi tanaman, indeks luas daun, jumlah tangkai daun, bobot segar per tanaman, dan hasil seledri per petak.
2. Perlakuan $0,004 \text{ g l}^{-1}$ ZPT giberelin tepung dan $0,08 \text{ ml l}^{-1}$ ZPT giberelin cair memberikan peningkatan hasil seledri per petak paling tinggi, masing-masing sekitar 39% dan 35%.

DAFTAR PUSTAKA

- Davies, D.J. 1988. Plants hormones and their role in plant growth and development. Kluwer Academic Publisher, The Netherland.
- Gazzani, G., Papetti A., Massolini G., and Daglia M. 1998. Anti and prooxidant activity of water soluble components of some common diet vegetable and effect of thermal treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46 (10): 4.118–4.122.
- Harjadi, S.S. 1990. Dasar-dasar hortikultura. IPB.
- Knott, J.E and J.R. Deanon. 1970. Vegetable production in Southeast Asia. University of Philippines Press.
- Plummer, J. A. and Bell, D.T. 1995. The effect of temperature, light, and gibberellic acid on the germination of Australian everlasting daisies (*Asteraceae*, *Tribe inuleae*). *Australian Journal of Botany*. 43 (1): 93–102.
- Ruperez, P., and Toledano, G. 2003. Celery by-products as a source of mannitol. *European Food Research and Technology* 226 (3): 224–226.
- Weaver, R.J. 1972. Plant growth substances in agriculture. W.H. Freeman and, San Fransisco.
- Wien, H.C. 1997. The physiology of vegetable crops. CAB International, Oxon – UK. New York – USA.
- Wuryanngsih, S., R. Kartapradja, dan M.M. Tiwar. 1995. Pengaruh jumlah batang utama dan giberelin terhadap pertumbuhan dan hasil mawar kultivar cherry brandy. *J. Hort.* 5 (4): 76–81.
- Yuniastuti, S., D.D. Widjajanto, dan S. Kusworini. 1994. Pengaruh waktu pemberian GA_{4+7} + BA terhadap hasil beberapa varietas anggur. *J. Hort.* 4 (1): 24–27.

KAJIAN EKONOMIS ADAPTASI TEKNOLOGI BUDI DAYA KENTANG DI LERENG GUNUNG MERAPI

Hano Hanafi dan Sutardi

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) umumnya dibudidayakan petani di dataran tinggi, walaupun sistem penanaman di dataran tinggi sangat berisiko terhadap konservasi tanah. Teknik penanaman yang tidak mengikuti kaidah konservasi tanah dapat berakibat bahaya erosi dan kerusakan lingkungan. Kajian ekonomis adaptasi pengembangan budi daya kentang dilaksanakan secara *on farm research* pada (MK-II bulan Juli-Oktober 2009) di Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penentuan lokasi kajian mengacu pada hasil karakterisasi Zona Agro-ekosistem (ZAE), ketinggian tempat sekitar 700 m di atas permukaan laut. Kajian bertujuan untuk mengetahui nilai ekonomis, dampak teknis dan sosial yang terjadi di tingkat petani dalam menerima inovasi teknologi budi daya kentang. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa produksi rata-rata dari 14 orang petani sebesar 2,68 t 1.000 m⁻², panen ubinan 2,5 m x 2,5 m sebesar 12,07 kg, net B/C=1,22. Secara teknis inovasi teknologi budi daya kentang diadopsi petani seperti; seleksi benih yang baik, teknik penanaman, penggunaan pupuk organik, dan pengendalian hama/penyakit tanaman, namun masih terkendala yaitu sulitnya mendapatkan benih yang baik dan harus tepat waktu, sebelum musim kemarau (temperatur lingkungan dingin) benih sudah harus ditanam. Secara sosial petani sudah mempunyai alternatif komoditas kentang selain menanam padi, sayuran (kacang-kacangan, dan cabai merah). Kendala internal dan eksternal; kelembagaan pasar masih relatif lemah dan belum terbentuk jejaring kerja (*net working*) dengan pihak luar dalam memperlancar agribisnis.

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) termasuk kedalam tanaman hortikultura yang berasal dari famili *Solanacea*, dan tergolong *annual crops* (setahun), berbentuk semak (herba) dan bersifat menjalar. Menurut Setiadi dan Nurulhuda (1993) bahwa, tanaman kentang diperbanyak melalui umbi (vegetatif) sehingga sifat tanaman generasi berikutnya sama dengan induknya. Kentang juga merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai nilai dan pangsa pasar yang sangat baik di dalam negeri maupun di luar negeri, sehingga komoditas ini sangat layak untuk dijadikan komoditas ekspor non migas yang dapat meningkatkan devisa bagi Negara.

Menurut Efendie (2002) menjelaskan bahwa, kebutuhan kentang untuk bahan baku industri *Potato Chips* dalam negeri mencapai 3.000 t, padahal produksi kentang dalam negeri kita baru mampu memenuhi 25%, sisanya 75% masih impor. Permintaan ini akan terus meningkat hingga 6.000 t tahun⁻¹ sejalan

dengan mulai perusahaan PMA yang berasal dari Amerika di bidang agroindustri pada tahun 2001. Demikian juga permintaan kentang untuk *french fries* sekitar 16.800 t tahun⁻¹ dan baru dapat dipenuhi 4.300 t. Menurut Bachrein *et al.* (1997) dalam Nurtika *et al.* (2008) pertanaman kentang di Indonesia diperkirakan seluas 60.000 ha yang tersebar di beberapa provinsi, yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Sumatera Selatan. Dari keenam provinsi penghasil kentang tersebut setiap tahunnya memberikan kontribusi terbesar, yaitu 30,8% dari produksi nasional. Menurut informasi walaupun Jawa Barat penyumbang produksi kentang terbesar, namun tingkat produktivitas rerata yang dicapai petani masih rendah, yaitu baru mencapai 16,2 t ha⁻¹, bila dibandingkan dengan hasil penelitian di Balai Penelitian Tanaman Sayuran yang telah menghasilkan 35 t ha⁻¹ (Sahat, 1992).

Rendahnya produksi kentang antara lain karena bibit kurang bermutu, teknik bercocok tanam kurang baik, dan keadaan lingkungan mikro yang kurang mendukung. Menurut Nurtika *et al.* (2008) bahwa, sistem pertanian konvensional, penggunaan pupuk buatan, dapat melipatgandakan hasil panen. Namun dampak negatifnya dapat menimbulkan terjadinya kerusakan lingkungan, yaitu menurunnya tingkat kesuburan tanah sehingga lahan pertanian menjadi rusak. Namun demikian hasil kajian Sutardi (2004) bahwa, budi daya kentang di dataran medium dengan ketinggian sekitar 700 m dpl dengan luas rata-rata 1.000 m² dapat memperoleh hasil sebesar 2,68 t.

Pada umumnya budi daya kentang di Indonesia dilaksanakan di dataran tinggi, karena agroekosistem komoditas ini menginginkan kondisi temperatur tertentu. Pengusahaan kentang di dataran tinggi secara terus menerus dapat merusak lingkungan dapat mengakibatkan erosi dan menurunkan produktivitas tanah. Salah satu langkah alternatif pemecahan masalah ini menurut Subhan *et al.* (1998) yaitu dengan melakukan penanaman kentang di dataran medium. Berdasarkan pengalaman hasil kajian Sutardi *et al.* (2002) bahwa, persyaratan tumbuh kentang menghendaki suhu yang dingin di malam hari. Untuk mendapatkan produksi yang maksimal selama pertumbuhan tanaman kentang menghendaki suhu rata-rata antara 15,5–18,3°C dan tampaknya suhu malam yang dingin lebih penting selain temperatur rendah di siang hari. Beberapa hasil kajian adaptasi penanaman kentang di dataran medium sudah dilaksanakan sejak tahun 2003 di lereng Gunung Merapi oleh BPTP dengan ketinggian sekitar 700 m di atas permukaan laut.

Luas areal pertanaman kentang di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat meskipun kenaikannya tidak begitu stabil. Luas pertanaman kentang di Indonesia rata-rata 38.500 ha dengan produksi 12,6 t ha⁻¹. Jika melihat kenyataan, angka ini masih rendah bila dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian yang dapat mencapai 21-25 t ha⁻¹ (Sahat *et al.* dalam Permadi, 1995). Kajian bertujuan untuk mengetahui nilai ekonomis, dampak teknis dan sosial

yang terjadi di tingkat petani dalam menerima inovasi teknologi budi daya kentang.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2009 melakukan wawancara dengan petani kooperator di Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, DI Yogyakarta. Jumlah petani kooperator sebanyak 14 orang, dengan luas garapan petani kentang rata-rata 1000 m², menggunakan lahan sawah. Sebagai tambahan untuk melengkapi informasi dilakukan pendalaman mengenai dampak teknis maupun sosial yang terjadi di tingkat petani dalam menerima inovasi teknologi budi daya kentang. Analisis data dilakukan secara kuantitatif, kualitatif, dan analisis usaha tani (Singarimbun dan Effendi, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Upaya pemerintah dalam meningkatkan produksi kentang yang biasanya petani menanam komoditas ini di dataran tinggi kini mulai diadaptasikan ke wilayah yang relatif lebih rendah yaitu di dataran medium. Menurut beberapa pakar ahli bidang konservasi tanah bahwa, jika kentang ditanam di dataran tinggi secara terus-menerus tanpa mengikuti kaidah konservasi tanah akan mengakibatkan bahaya erosi. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki wilayah karakteristik Zona Agroekosistem (ZAE) dataran medium yang sangat baik untuk pengembangan budi daya kentang, arealnya terbentang di sekitar lereng Gunung Merapi. Wilayah Kec. Pakem dan Cangkringan, Kab. Sleman, DIY sangat baik untuk pengembangan komoditas kentang, namun perlu upaya dan dukungan yang lebih serius dari pemerintah daerah setempat melalui dinas pertanian untuk mensosialisasikannya. Selain teknologi budi daya tentunya diperlukan pula membangun jejaring kerja (*net working*) antara petani dengan penyedia benih, antara petani dengan pihak pembeli dan kelembagaan sarana input seperti pupuk maupun pestisida, pasar yang menjamin keberlanjutan agribisnis komoditas kentang.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa, panen ubinan menggunakan ukuran 2,5 m x 2,5 m dari petani kooperator sebanyak 14 orang diperoleh data sebagai berikut; rata-rata ubinan sebesar 12,7 kg, rata-rata luas tanam sebesar 1.071,43 m², hasils rata-rata dengan luasan 1.000 m² sebesar 2,68 t. Bila memperhatikan kenyataan ini, ternyata kentang yang ditanam di dataran medium produksinya tidak kalah dengan yang ditanam di dataran tinggi. Hanya saja diperlukan sosialisasi lebih intensif kepada petani melalui kelompok tani di sekitar wilayah yang termasuk dataran medium secara kontinyu dan mencari informasi pasar yang baik.

Tabel 1. Rata-rata luas tanam, hasil ubinan kentang di Cangkringan, Kab. Sleman, DI Yogyakarta, 2009

Kooperator	Hasil Ubinan (kg)	Rata-rata luas tanam (m ²)	Rata-rata produksi (T)
1	8	500	0,64
2	9	1000	1,44
3	14,5	1000	2,32
4	11	1000	1,76
5	13	1000	2,08
6	8	500	0,64
7	10	1000	1,60
8	14	1000	2,24
9	10,5	1000	1,68
10	8	1000	0,64
11	11,5	3500	6,44
12	17,5	1000	2,80
13	11	1000	1,76
14	23	1000	3,68
Jumlah	169	15.000	37,45
Rata-rata	12,07	1071,43	2,68

Sumber: Data primer diolah

Data produksi untuk komoditas hortikultura di DIY lebih didominasi dari Kab. Sleman, dibanding kabupaten lainnya, hal ini disebabkan kondisi agroekosistem di wilayah Kab. Sleman lebih baik dan lebih mendukung untuk usaha tani komoditas hortikultura. Namun setiap wilayah kabupaten mempunyai ciri khas produksi komoditas yang dominan dan tidak dimiliki oleh kabupaten lainnya. Seperti komoditas kentang di Kab. Sleman tahun 2005 mencapai 550 kuintal, Kab. Gunung Kidul sebesar 35 ku, Kab. Kulonprogo sebesar 410 ku, sehingga total produksi kentang di DIY baru sebesar 995 ku (BPS DIY, 2005). Rendahnya produksi kentang di DIY disebabkan petani belum terbiasa menanam kentang, sementara topografi dan agroekosistem yang relatif mendukung untuk pengembangan budi daya kentang adalah wilayah lereng Gunung Merapi dengan ketinggian di atas 500 m di atas permukaan laut. Kec. Cangkringan dan Pakem, Kab. Sleman merupakan wilayah yang cocok untuk pengembangan kentang.

Produksi komoditas bawang merah lebih didominasi wilayah Kab. Gunung Kidul, Bantul dan Kulon Progo yang memiliki areal penanaman di sepanjang lahan pasir sekitar pantai selatan. Demikian pula pada komoditas seperti sawi, kacang panjang, cabai, tomat, terung, ketimun, kangkung, dan bayam hampir di setiap kabupaten memproduksi komoditas ini. Dampak positif pengembangan kentang tahun 2007 di dataran medium hasil kajian uji adaptasi di lokasi Prima Tani Desa Hargobinangun, Kec. Pakem disambut baik oleh Dinas Pertanian dan Kehutanan, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada

tahun 2009 Dinas Pertanian dan Kehutanan telah mengembangkan penanaman kentang varietas Nadia seluas 6 ha di Kec. Pakem dan Cangkringan diperoleh hasil rata-rata sebesar 25 t ha⁻¹. Dengan demikian ternyata kentang selain ditanam di dataran tinggi, juga mampu beradaptasi di dataran medium sesuai AEZ, dengan catatan harus mengikuti rekomendasi atau aturan standar operasional prosedur (SOP) yang sudah ada.

Tabel 2. Sebaran data produksi tanaman hortikultura di DIY tahun 2005

No	Komoditas	Produksi (ku)					DIY
		Sleman	Gunung Kidul	Kulon Progo	Bantul	Kota Yogya	
1	Bw merah	40	1.055	1.351	195.980	100	214.436
2	Bw putih	0	0	0	0	0	0
3	Bw daun	7.445	0	8.033	0	0	15.478
4	Sawi	28.118	2.522	9.192	1.379	300	41.241
5	Kubis	4.183		126	570	0	4.879
6	Kentang	550	35	410	0	0	995
7	Kac. panjang	21.618	7.680	1.142	2.707	0	33.147
8	Cabai	56.135	11.512	45.069	93.311	0	209.103
9	Tomat	11.730	670	500	270	0	13.170
10	Terung	19.910	3.930	2.730	1.010	0	27.580
11	Buncis	3.989	0	0	0	0	3.989
12	Ketimun	15.793	1.398	752	630	0	18.573
13	Kac. merah	0	440	0	52	0	492
14	Kangkung	9.786	1.745	1.654	646	0	13.831
15	Bayam	9.219	4.722	1.113	4.526	0	19.580
16	Wortel	0	0	0	0	0	0
17	Lobak	0	0	0	0	0	0
18	Labu siam	8.225	0	0	0	0	8.315

Sumber: BPS DIY, 2005

Berdasarkan Tabel 3 analisis usaha tani kentang menunjukkan bahwa, Net B/C diperoleh sebesar 1,22 artinya bahwa usaha tani kentang di dataran medium layak untuk dilaksanakan dan dikembangkan petani. Hanya saja perlu dilakukan kerjasama dengan pihak pembeli untuk keberlanjutan prospek pasar, kelembagaan kelompok tani perlu lebih giat membangun jejaring kerja untuk mencapai prospek pasar kentang yang lebih baik, misalnya dengan pedagang lokal maupun dengan super market yang ada di DIY. Jika kondisi petani sudah terbangun posisi tawar yang baik, maka akan terjadi peningkatan keuntungan secara individu maupun kelompok tani. Dukungan pemerintah daerah sangat diperlukan khususnya dinas pertanian baik tingkat provinsi maupun kabupaten, kelembagaan terkait dalam sosialisasi kesesuaian komoditas serta dukungan sarana dan prasarana terhadap agroekosistem wilayah setempat.

Tabel 3. Analisis usaha tani kentang di Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, 2009

No	Tolok Ukur	Satuan	Harga Satuan	Volume (1.000 m ²)	Jumlah (Rp) (1.000 m ²)
BIAYA EKSPLISIT (biaya tetap)					
	Biaya sewa lahan selama satu musim (umur sampai dengan 4 bulan)	m ²	200	1000	50,000
BIAYA VARIABEL					
1	Benih kentang	kg	11,000	100	1,100,000
Pupuk Dasar					
2	Pupuk kandang	kg	600	800	480,000
3	Pupuk NPK	kg	1,750	80	140,000
4	Pupuk ZA	kg	1,200	7,5	90,000
5	Pupuk super pos	kg	1,550	20	31,000
6	Jerami padi (mulsa)	rit	100,000	1	100,000
Pupuk mikro/Pestisida/alat lainnya					
1	ZPT (pupuk mikro)	botol	10,000	1	10,000
2	Decis (pestisida)	botol	15,000	1	15,000
3	Dithane M-45 (fungisida)	botol	15,000	1	15,000
4	Benang rapia	rol	27,000	1	27,000
5	Anjir bamboo	batang	150	420	63,000
6	Karung waring	buah	2,500	50	125,000
Total Biaya Eksplisit					2,246,000
BIAYA IMPLISIT (tenaga kerja keluarga)					
1	Pengolahan tanah (bajak, membersihkan gulma, buat guludan)	HOK	20,000	12	240,000
2	Penanaman benih/bibit kentang (2 hari)	HOK	20,000	3	120,000
3	Pembumbunan (2 hari)	HOK	20,000	3	120,000
4	Perawatan (penyiangan, penyemprotan)	HOK	20,000	5	100,000
5	Perempelan (pewiwilan tunas liar)	HOK	20,000	5	100,000
6	Pemangkasan batang sebelum panen	HOK	20,000	2	40,000
7	Pemanenan	HOK	20,000	4	80,000
Total Biaya Implisit					800,000
TOTAL BIAYA PRODUKSI (BIAYA EKSPLISIT + BIAYA IMPLISIT)					3,046,000
1	Hasil penjualan kentang	kg	19,310	3,500	6,758,500
2	Total biaya produksi				3,046,000
3	Pendapatan bersih				3,712,500
4	B/C Ratio (pendapatan bersih : total biaya produksi)				1,22
5	R/C Ratio (hasil penjualan : total biaya produksi)				2,22

Sumber: Data primer diolah

Dampak teknis dan sosial yang terjadi di tingkat petani

Dampak yang terjadi di tingkat petani setelah penerapan inovasi teknologi budi daya kentang di dataran medium di lokasi kajian secara teknis maupun sosial mulai nampak. Sebagai gambaran bahwa petani melalui proses difusi komunikasi secara sosialisasi pada acara pertemuan kelompok tani maupun melalui praktek langsung di lapangan, mulai mengadopsi kinerja positif teknologi yang diterapkan. Kesepakatan petani melalui kelembagaan kelompok tani bersama PPL wilayah Cangkringan, sudah membangun komitmen untuk merubah pola tanam yang biasa dilakukan selama ini yaitu dari; pola tanam yang lama; padi-padi-bera menjadi pola tanam yang baru; padi-kentang-padi

Tentunya cukup beralasan petani merubah pola tanam memasukkan komoditas baru kentang sebagai alternatif pilihan, hal ini karena kentang secara ekonomi dapat menambah tingkat penghasilan petani. Menurut pengalaman petani dengan luasan 1.000 m² jika ditanam kentang diperoleh keuntungan sekitar Rp.3.500.000,- sedangkan jika ditanam padi malah merugi, minus sekitar Rp.120.000,-. Berdasarkan analisis usaha tani kentang dengan menanam seluas 1.000 m² diperoleh net B/C = 1,2 artinya usaha tani dengan introduksi teknologi budi daya kentang secara ekonomi layak untuk dilakukan. Menurut Malian (2004) bahwa, salah satu tolok ukur untuk mengkaji kecocokan teknologi baru bagi petani berlahan sempit adalah kelayakan ekonomi. Dalam membandingkan teknologi introduksi atau teknologi yang diperbaiki dengan teknologi yang diusahakan oleh petani, digunakan perbandingan biaya yang dikeluarkan serta besarnya penerimaan bersih yang diperoleh dari kedua cara tersebut. Sebagai pegangan umum adalah bahwa penerimaan bersih usaha tani dari teknologi baru harus lebih tinggi 30 persen dibandingkan dengan teknologi petani.

Dampak sosial yang terjadi di tingkat petani, dapat dilihat bahwa mereka sudah melaksanakan teknologi budi daya kentang sesuai dengan *standar operasional prosedur* (SOP) dan acuan rekomendasi. Beberapa kendala yang ada dalam usaha tani kentang, sesuai hasil wawancara dengan petani antara lain, selain modal awal (biaya) juga sulitnya mendapatkan benih unggul dan tepat waktu, sehingga petani dapat memprediksi rencana tanam dan mengelola usaha tani sesuai target yang direncanakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Hasil analisis usaha tani kentang di dataran medium DIY diperoleh bahwa *net B/C* sebesar 1,2 artinya bahwa usaha tani introduksi teknologi budi daya kentang secara ekonomi layak untuk dikembangkan petani.
- Dampak sosial terjadi di tingkat petani dan kelompok tani melalui sosialisasi pada pertemuan kelompok maupun melalui praktek di lapangan, mengadopsi inovasi teknologi budi daya kentang.
- Dampak teknis terjadi melalui kelembagaan kelompok tani telah membuat komitmen bersama PPL Kec. Cangkringan, untuk merubah pola tanam yang biasa dilakukan selama ini yaitu dari;
Pola tanam yang lama; padi-padi-bera menjadi pola tanam yang baru; padi-kentang-padi

- Komoditas kentang diadopsi petani dalam pola tanam MT II, karena secara ekonomis usaha tani kentang lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan tanaman padi.

Saran

- Perlu dibangun pola kemitraan dan jejaring kerja (*net working*) baik dengan penyedia benih unggul, fihak pembeli untuk keberlanjutan prospek pasar, seperti pedagang lokal maupun dengan *super market* yang ada di DIY.
- Perlu dukungan pemerintah daerah khususnya dinas pertanian mulai tingkat provinsi maupun kabupaten, kelembagaan terkait dalam sosialisasi kesesuaian komoditas kentang di dataran medium dan dukungan sarana - prasarana di zona agroekosistem wilayah setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendie, K. 2002. Kentang Prosesing untuk Agroindustri. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 24 (2): 1-3.
- Nurtika, N.E. Sofiari, GA., dan G.A. Sopha. 2008. Pengaruh biokultur, dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil kentang varietas
- Malian, A.H. 2004. Analisis ekonomi usaha tani dan kelayakan finansial teknologi pada skala pengkajian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif. *The Participating Development of Technology Transfer Project (PAATP)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sahat, S. dan A.A. Asandhi. 1992. Uji adaptasi varietas kentang di Dataran Tinggi Pangalengan. *Bul. Penel. Hort.* 21.(3):72-78.
- Setiadi dan Nurulhuda F.S. 1993. Kentang, Varietas dan Pembudi daya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1995. Metode Penelitian Survei. LP3ES. Jakarta.
- Subhan dan A.A. Asandhi. 1998. Pengaruh penggunaan pupuk Urea dan ZA terhadap pertumbuhan dan hasil kentang di dataran medium. *Jurnal Hortikultura* 8 (1): 983-987.
- Sutardi. 2004. Teknologi budi daya kentang konsumsi dan industri dengan empat varietas kentang di Dataran Medium, DI. Yogyakarta. *dalam* Pros. Seminar Nasional. Penerapan dan Inovasi Teknologi dalam Agribisnis sebagai Upaya Pemberdayaan Rumahtangga Tani. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta bekerjasama dengan Universitas Widya Mataram Yogyakarta.

PENGEMBANGAN DEMONSTRASI TRIAL KENTANG VARIETAS NADIA DI KAWASAN GUNUNG MERAPI

Arti Djatiharti dan Sutardi

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Kebutuhan kentang meningkat setiap tahun sehingga perlu dikembangkan didaerah-daerah yang sesuai dengan persyaratan tumbuh kentang. Tujuan pengkajian demonstrasi trial adalah ini untuk mensosialisasikan hasil-hasil paket teknologi spesifik lokasi yang dihasilkan BPTP Yogyakarta. Pengkajian dilakukan di dua kelompok tani yaitu di Kec. Pakem, dan Kec. Cangkringan di Kab. Sleman yang dilaksanakan pada bulan Mei s/d Agustus 2009. varietas kentang yang dikembangkan dalam demonstrasi Trial yaitu Varietas Nadia yang berasal dari dataran tinggi Kab. Lembang, Bandung di Provinsi Jawa Barat. Luas pengkajian dikelola oleh dua kelompok tani yang berjumlah 24 orang petani dengan luasan seluruhnya 2 ha. Teknik pengambilan data dilakukan secara survei, RRA, dan FRK. Data yang di ambil adalah input-output usaha tani kentang dan kelayakan usaha tani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kentang layak dikembangkan di kawasan Gunung Merapi hal ini terbukti dari hasil rata-rata 18,725 t ha⁻¹ dengan nilai B/C rasio yaitu 1,04.

PENDAHULUAN

Kentang sebagai bahan makanan dan industri, kebutuhannya meningkat setiap tahun. Daerah yang cocok untuk pertanaman kentang adalah dataran tinggi atau pegunungan dengan ketinggian 1.000–1.300 m dpl, curah hujan 1.500 mm per tahun, namun dapat pula ditanam pada agroklimat dataran medium (>750 m dpl). Pengembangan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) untuk menambah sumber karbohidrat dari tanaman sayuran yang berumbi dan meningkatkan pendapatan petani (Asandhi, 1985). Dengan semakin tingginya konsumsi sayuran terutama kentang terutama bagi golongan menengah ke atas menunjukkan peluang yang cukup besar untuk meningkatkan pasar dalam negeri (Handewi, 1999). Di Indonesia produksi kentang masih rendah dengan rata-rata 9,4 t ha⁻¹, hal ini terkait dengan mutu benih yang kurang baik, teknologi bercocok tanam yang belum memadai, serta iklim yang kurang mendukung. Penanganan pasca panen yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan umbi kentang sebesar 2–10% serta bagian yang terbuang sekitar 10% (Astawan, 2004). Berdasar kandungan gizi tersebut maka dalam jangka waktu ke depan kentang ini dapat dijadikan sebagai bahan pangan alternatif pengganti beras.

Di Indonesia umumnya kentang diusahakan di daerah dataran tinggi (di atas 1.000 m dpl), karena kondisi iklim pada kawasan tersebut memungkinkan tanaman kentang untuk tumbuh dengan baik dan mampu membentuk umbi yang berkualitas tinggi sepanjang musim. Namun disisi lain pengusahaan kentang di daerah tersebut mempunyai banyak kendala seperti areal tanam yang terbatas, biaya produksi yang cukup tinggi, dapat menyebabkan erosi tanah, merusak lingkungan serta menyebabkan terjadinya penumpukan hama dan penyakit (Hutagalung, 1986 *cit.* Cica *et al.*, 1999). Oleh karena itu pengembangan produksi kentang perlu diarahkan ke dataran medium (300-700 mdpl) sampai dataran rendah di bawah 300 m dpl terutama di daerah persawahan.

Pengalihan budi daya kentang ke dataran medium (persawahan) dapat membantu pemerintah dalam rangka memantapkan produksi beras karena tanaman kentang dapat dijadikan sebagai tanaman alternatif untuk memutus siklus hidup hama dan penyakit penting pada padi. Selain kawasan tersebut dekat pasar, juga lahannya masih cukup tersedia luas di Indonesia.

Kendala bagi keberhasilan penanaman kentang di dataran medium adalah faktor temperatur yang tinggi, terutama temperatur tanah yang membatasi pembentukan umbi kentang. Usaha untuk mengatasi masalah ini misalnya dengan mencari varietas kentang yang toleran terhadap temperatur tinggi. Selain itu juga diperlukan perbaikan kultur teknik untuk menurunkan temperatur tanah agar menjadi lebih sesuai untuk tanaman kentang. Penggunaan mulsa, penanaman bibit agak dalam dan pemakaian jarak tanam yang tepat, dimaksudkan untuk menghasilkan kanopi daun yang menutupi permukaan tanah dalam bedengan, sehingga diharapkan mampu untuk memperbaiki pertumbuhan dan perkembangan umbi kentang. Selain itu dengan pengairan yang cukup maka masalah pembentukan umbi kentang diharapkan akan mengalami perbaikan (Suwandi *et al.*, 1989).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penting dilakukan penelitian bagaimana produktivitas kentang sehingga perlu dikembangkan di daerah tersebut mengingat prospek pasar yang menguntungkan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta telah mencoba melaksanakan demonstrasi trial tanaman kentang varietas unggul Nadia yang dapat digunakan sebagai penuntun bagi pengguna atau petani yang akan melaksanakan budi daya kentang di dataran medium. Secara ekonomi usaha tani kentang di dataran medium menjanjikan keuntungan dan layak bagi petani.

Tujuan dari demonstrasi ini adalah untuk mengkaji kentang varietas Nadia yang adaptif dan berdaya hasil tinggi pada agroekologi spesifik lokasi dataran medium, sehingga menguntungkan petani. Berdasarkan hal tersebut, sangat

tertarik untuk dilakukan analisis kelayakan usaha tani dan mengetahui apakah kentang menguntungkan dari segi ekonomi.

METODOLOGI

Pendekatan penelitian pengembangan kentang melalui demonstrasi trial hasil rekomendasi teknologi BPTP Yogyakarta. Metodologi demonstrasi dilakukan secara *On Farm Research* dengan cara melibatkan petani sebagai kooperator. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei s/d Agustus 2009 di dua lokasi yaitu: Dusun Purworejo, Desa Hargobinangun, Kec. Pakem, dan Dusun Kregan, Desa Wukirsari, Kec. Cangkringan, Sleman di Provinsi Yogyakarta. Wilayah tersebut merupakan dataran medium di daerah G. Merapi pada ketinggian 800 m dpl. Varietas kentang unggul Nadia generasi ke tiga (G3) diperoleh dari Kab. Lembang Provinsi Jawa Barat. Luas pengkajian seluas 2 ha yang melibatkan dua kelompok tani berjumlah 24 petani kooperator.

Sistem tanam yang digunakan yaitu *single row* dengan kedalaman tanam 40 cm. Pupuk kandang diberikan satu hari sebelum tanam pada alur tanam yang telah disiapkan. Pupuk buatan/kimia adalah Za, urea, SP-18, ditambah Phonska, diberikan bersamaan tanam di antara dua umbi dalam alur tanam. Mulsa jerami dengan takaran 5 t ha⁻¹ diratakan setelah tanam, guna menutupi petakan sampai merata. Penentuan dan pemilihan lokasi pengkajian mengacu pada hasil karakterisasi zona agroekosistem (ZAE) di Kec. Pakem dan Cangkringan. Sebelum dimulai pengkajian dilakukan calon petani dan calon lokasi (CPCL) bersama dengan Dinas Pertanian dan Kehutanan Kab. Sleman atau studi pemahaman lokasi dalam dua tahap kegiatan, yaitu survei diagnostik dan survei pendasaran yang mengacu pada hasil analisis ZAE yang di rekomendasikan oleh BPTP Yogyakarta. Tahap berikutnya dilakukan survei pemahaman pedesaan dalam waktu singkat/PPWS/*Rapid Rural Appraisal* (RRA). Proses selanjutnya adalah penentuan pola induk berdasarkan perekayasa hasil komponen teknologi menjadi acuan teknologi. Adapun BPTP Yogyakarta sebagai pendamping teknologi hasil rekomendasi.

Metode pengambilan data menggunakan survai, RRA, dan FRK (*farm record keeping*) di lahan petani. Data yang diambil adalah input dan output (biaya sarana produksi, tenaga kerja, produksi, dan lainnya yang berhubungan dengan topik pengkajian). Data dinalisis secara deskriptif dan B/C rasio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik petani

Kentang varietas Nadia di tanam oleh dua kelompok tani yang terdiri atas 24 orang petani. Hampir seluruh petani merupakan pemilik dan penggarap dengan rata-rata luas lahan kurang lebih 1.000 m² termasuk lahan sempit. Umur petani sangat bervariasi yang meliputi umur muda 17-34 tahun (50%), umur 35-45 tahun (25%) dan sisanya di atas 45 tahun. Pendidikan petani juga sangat bervariasi antara lain: Sarjana (12,5%), SMA (62,5%) dan SD/SMP 6 orang (25%). Pola tanam yang umum di lokasi pengkajian adalah padi-padi-kentang.

Produksi kentang.

Varietas Nadia merupakan salah satu unggulan tanaman yang dikembangkan di daerah sekitar G. Merapi selain varietas Granola. Menurut penelitian Asandhi (2000) mengatakan, bahwa klon Granola yang ditanam pada curah hujan tinggi di dataran medium dapat berproduksi cukup baik yaitu 13,36 t ha⁻¹, sedangkan varietas Nadia pada pengkajian ini dapat memproduksi sebesar 18,725 t ha⁻¹ dimana hal ini lebih tinggi dibandingkan Granola. Umbi yang dihasilkan oleh varietas Nadia terdiri atas tiga kategori atau grade umbi konsumsi yaitu: *Grade A*, dengan berat rata-rata berkisar antara 45-50 g, *Grade B*, berat umbinya berkisar antara 25-40 g, dan *grade C*, dengan berat rata-rata < 20 g. Perbandingan antara *grade A*: *B*: *C* yaitu 5: 2: 1, artinya bahwa *grade A* dengan berat rata-rata >40 g lebih tinggi hasilnya dibandingkan dengan *grade B* dan *C*. *Grade A* dapat memproduksi berkisar antara 50-60% dari total produksi, sedangkan *grade B* memproduksi sekitar 25-30%, dan *grade C* sisanya sebesar 15-25% dari total produksi. Setiap *grade* mempengaruhi harga jual kentang, selain itu kentang adalah salah satu komoditas hortikultura yang harganya relatif stabil dan tidak terlalu tergantung musim. Harga yang stabil ini lebih menjamin masa depan agribisnis kentang selain komoditas hortikultura lainnya.

Kelayakan usaha tani.

Usaha tani komoditas kentang di dua lokasi pengkajian menunjukkan, bahwa produktivitas yang dicapai cukup tinggi sebesar 18,725 t ha⁻¹, dengan demikian diperoleh pendapatan kotor sebesar Rp. 65.537.500,-. Sedangkan total biaya yang didapat dari biaya sarana produksi, biaya tenaga kerja, serta biaya lainnya adalah Rp 32.077.500,-. Keuntungan yang diperoleh dari pendapatan dikurangi biaya yaitu sebesar Rp. 33.460.000,-. Dengan demikian nilai B/C rasio dan R/C rasio masing-masing adalah 1,04, dan 2.04. dari hasil tersebut, maka varietas Nadia di dataran medium layak untuk diusahakan atau menguntungkan dari segi ekonomi.

Tabel 1. Analisis usaha tani kentang varietas unggul Nadia per hektar di Kab. Sleman, 2010

Uraian	Volume	Unit (Kg/HOK/btl/bks)	Harga/unit (Rp)	Biaya (Rp)
Sarana produksi :				
Benih	1.000	Kg	12.000	12.000.000,-
Pupuk kandang	8.000	Kg	600	4.800.000,-
Pupuk Phonska	800	Kg	2.500	2.000.000,-
Pupuk ZA	150	Kg	1.600	240.000,-
Pupuk Super Pos (Sp18)	150	Kg	1.550	232.500,-
ZPT	10	Bgks	20.000	200.000,-
Pupuk daun	20	Bgks	7.500	150.000,-
Perekat	10	Botol	10.000	100.000,-
Obat Hama dan Penyakit :				
Decis	10	Botol	15.000	150.000,-
Marshall	5	Lt	65.000	325.000,-
Dithane (Fungisida)	10	Botol	15.000	150.000,-
Lain-lain :				
Tali raffia	10	buah	27.000	270.000,-
Ajir/lanjaran	4.200	batang	150	630.000,-
Waring	500	Buah	2.500	1.250.000,-
Total biaya sarana produksi (I)				22.497.500,-
Tenaga kerja :				
Pembersihan lahan dan cangkul	40	HOK	20.000	800.000,-
Pengolahan tanah (membajak)	32	HOK	30.000	960.000,-
Pengolahan tanah ke dua	20	HOK	20.000	400.000,-
Tanam	60	HOK	20.000	1.200.000,-
Pembumbunan	60	HOK	20.000	1.200.000,-
Penyiangan	20	HOK	20.000	400.000,-
Pemupukan	20	HOK	20.000	400.000,-
Penyemprotan hama/penyakit	30	HOK	20.000	600.000,-
Perempelan (potong tunas liar)	25	HOK	20.000	500.000,-
Pemotongan umbi kentang	20	HOK	20.000	400.000,-
Panen	20	HOK	20.000	400.000,-
Penyortiran	16	HOK	20.000	320.000,-
Total biaya tenaga kerja (II)				7.580.000,-
Sewa lahan/musim	1	Ha	2.000.000	2.000.000,-
Total biaya (I + II)				32.077.500,-
Produksi rata-rata	18.725	Kg		
Harga rata-rata /kg			3.500	
Pendapatan kotor				65.537.500,-
Keuntungan				33.460.000,-
B/C Rasio				1,04
R/C Rasio				2,04

Rasio komponen biaya.

Tabel 1. menggambarkan perbandingan antara komponen biaya sarana produksi seperti benih: pupuk organik/kimia, obat pestisida; tenaga kerja; dan lain2 yaitu 37,41%; 24,07%; 1,9%; 23,63%; 12,94%. Dari perbandingan komponen biaya tersebut memperlihatkan, bahwa komponen biaya benih

kentang paling tinggi diikuti oleh tenaga kerja, sedangkan biaya obat pestisida sangat rendah hanya 1%.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Budi daya kentang di dataran medium daerah G. Merapi dengan ketinggian >800 m dpl ternyata menguntungkan secara ekonomi
2. Nilai B/C rasio dan R/C rasio masing-masing sebesar 1,06 dan 2,06
3. Komponen biaya benih paling tinggi dibandingkan komponen biaya lainnya, sedangkan komponen biaya obat pestisida paling rendah
4. Budi daya kentang varietas Nadia dapat dikembangkan ke daerah-daerah lainnya dengan pendampingan dari BPTP.

DAFTAR PUSTAKA

- Asandhi, AA, 2000. Analisis finansil budi daya kentang di dataran medium pada lahan sawah. *Jurnal Hort.* 10 (2): 154–164.
- Cica, N.I Sidik, Agussalim, dan G. Kartono. 1999. Adaptasi beberapa varietas/ klon kentang di dataran rendah Meramo (Sulawesi Tenggara). *J. Hort.* 9(2): 114-120
- Handewi P. 1999. *Dinamika Inovasi Sosial Ekonomi dan Kelembagaan Pertanian*. Buku 1. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Jakarta
- Sahat, S dan H. Sunarjono. 1998. Varietas Kentang dan Pemuliaannya. *Dalam Kentang*. Aziz A. A, Sudarwohadi S, Suhardi, Zainal A, dan Subhan (eds). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Hortikultura Lembang. 209p.

PENGARUH PEMANGKASAN CABANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL DUA VARIETAS TOMAT

Zulfadly Syarif, Muhsanati dan Syofian Sofani

Universitas Andalas Padang

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tomat yang memenuhi kualitas standar bentuk dan rasa untuk konsumsi baik konsumsi segar maupun olahan dari tahun ke tahun terus meningkat. Data statistik menunjukkan, pada tahun 2006 produksi tomat Indonesia adalah 629.744 t dengan luas panen 53.492 ha. Produksi tersebut menurun jika dibandingkan dengan produksi tomat tahun 2005, yaitu 647.020 t dengan luas panen 51.205 ha. (BPS dan Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, 2007).

Putih (1998) menyatakan tanaman tomat yang dipangkas berat cabangnya, jumlah buah yang dihasilkan akan berkurang. Untuk memperoleh hasil yang lebih banyak dengan mutu buah yang lebih baik, cabangnya dapat dipertahankan sampai jumlah tertentu. Pemangkasan cabang utama pada tanaman tomat varietas Intan dengan meninggalkan dua atau tiga cabang utama, bobot rata-rata per buah lebih tinggi dari pada dengan meninggalkan empat dan lima cabang utama. Sementara pemangkasan cabang utama pada tanaman tomat varietas Marta F1 dan Warani F1 belum ada yang melaporkan.

Percobaan dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan taraf pemangkasan yang terbaik pada varietas tanaman tomat agar memberikan produksi yang tinggi dan kualitas yang baik.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini telah dilaksanakan di Jorong Batang Hari, Kenagarian Alahan Panjang, Kab. Solok dengan ketinggian tempat 1.400 m dari permukaan laut. Percobaan dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2009.

Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) secara Faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama (A) adalah pemangkasan cabang utama tanaman tomat yang terdiri atas empat taraf perlakuan dengan pemeliharaan: satu cabang utama, dua cabang utama, tiga cabang utama, dan empat cabang utama. Faktor kedua adalah varietas tanaman tomat yang terdiri atas dua varietas yaitu; varietas Marta F1 dan varietas Warani F1.

Pelaksanaan percobaan dimulai pengolahan tanah pada lahan percobaan. Selanjutnya dibuat plot dengan ukuran 4,2 m x 1,2 m sebanyak 24 plot. Penanaman bibit dilakukan setelah bibit mempunyai empat helai daun dengan tinggi 12 cm. Bedengan ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dilobangi sesuai jarak tanam 60 cm x 40 cm. Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan, dan pemupukan 4 g NPK 15:15:15. Pelaksanaan perlakuan berupa pemangkasan tanaman tomat yaitu: (1) pemeliharaan satu cabang utama; (2) dua cabang utama; (3) tiga cabang utama; dan (4) empat cabang utama. Pemangkasan cabang utama ini dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah tanam (tanaman telah mempunyai empat cabang utama).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemangkasan dengan perbedaan pemeliharaan cabang utama pada varietas tomat manapun yang digunakan, memperlihatkan tinggi tanaman dan jumlah tandan bunga varietas tomat yang relatif sama. Pengaruh juga tidak terlihat pada masing-masing perlakuan pemangkasan cabang utama dan varietas terhadap tinggi tanaman tomat. Namun, pengaruh pemangkasan cabang utama terlihat pada jumlah tandan bunga yang dihasilkan (Tabel 1).

Tabel 1. Tinggi tanaman dan jumlah tandan bunga varietas tomat pada beberapa taraf pemangkasan

Perbedaan taraf Pemangkasan (K)	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah tandan bunga		
	Marta F1	Warani F1	Marta F1	Warani F1	Rata-rata
Pemeliharaan satu cabang utama	145,19	143,97	8,99	8,99	8,99 d*
Pemeliharaan dua cabang utama	141,19	142,69	11,08	11,22	11,15 c
Pemeliharaan tiga cabang utama	135,90	139,87	13,77	13,77	13,77 b
Pemeliharaan empat cabang utama	143,37	140,61	14,77	14,77	14,77 a
KK	19,43 %		15,27 %		

* Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 1 menunjukkan perlakuan dengan pemeliharaan satu cabang utama memiliki tinggi tanaman yang hampir sama dengan perlakuan pemeliharaan dua cabang utama, tiga cabang utama, dan empat cabang utama. Ketersediaan faktor-faktor tumbuh yang cukup dan kondisi lingkungan yang menguntungkan selama fase pertumbuhan vegetatif akan mendukung segala aktivitas pertumbuhan tanaman, terutama terhadap tinggi tanaman. Pemeliharaan empat cabang utama memiliki jumlah tandan bunga terbanyak, berbeda signifikan dengan pemeliharaan tiga cabang utama, dua cabang utama,

dan satu cabang utama. Semakin banyak cabang utama yang dipelihara maka jumlah tandan bunga yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Dijelaskan oleh Goldsworthy dan Fisher (1996) tanaman yang mempunyai cabang lateral yang lebih banyak akan menghasilkan tandan bunga yang juga lebih banyak.

Pemangkasan dengan perbedaan pemeliharaan cabang utama pada varietas tanaman tomat manapun yang digunakan, memperlihatkan jumlah buah dan bobot per tanaman yang relatif sama. Pengaruh hanya terlihat pada pemangkasan cabang utama, sedangkan varietas yang digunakan tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah buah tanaman tomat. Pengaruh juga tidak terlihat pada masing-masing perlakuan pemangkasan cabang utama dan varietas terhadap bobot buah per tanaman tomat (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah buah dan bobot buah per tanaman varietas tomat pada beberapa taraf pemangkasan

Perbedaan taraf Pemangkasan (K)	Jumlah buah		Rata-rata	Bobot buah	
	Marta F1	Warani F1		Marta F1	Warani F1
Pemeliharaan satu cabang utama	25,32	26,33	25,83 c*	2,89	2,73
Pemeliharaan dua cabang utama	30,22	30,33	30,28 bc	2,51	2,34
Pemeliharaan tiga cabang utama	33,11	34,66	33,89 ab	2,39	2,69
Pemeliharaan empat cabang utama	38,44	40,00	39,22 a	2,97	2,68
KK	19,43 %			50,05 %	

* Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Perbedaan jumlah cabang yang signifikan di antara tanaman akan membawa perbedaan dalam hal jumlah bunga yang dihasilkan. Hal ini tentu juga memberikan pengaruh terhadap jumlah buah yang dihasilkan. Dijelaskan Sikes dan Caffey tahun 1976 *cit* Putih (1998) tanaman tomat yang memiliki cabang yang banyak akan menghasilkan buah yang banyak pula. Perbedaan pemeliharaan cabang utama tanaman tomat tidak berbeda signifikan terhadap bobot buah per tanaman. Perlakuan dengan pemeliharaan satu cabang utama memiliki bobot buah pertanaman hampir sama dengan perlakuan pemeliharaan dua cabang utama, tiga cabang utama, dan empat cabang utama. Hal ini terjadi karena perbedaan bobot buah diantara masing-masing buah per tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan telaah hasil percobaan dapat disimpulkan sebagai berikut: Pemangkasan dengan perbedaan pemeliharaan cabang utama tanaman tomat berpengaruh pada jumlah tandan bunga, jumlah buah yang per tanaman, dan bobot buah per buah.

Pemangkasan dengan pemeliharaan satu cabang utama menunjukkan pertumbuhan dan bobot rata-rata per buah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2007. Direktorat tanaman sayuran, hias dan aneka tanaman. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura Departemen Pertanian. Jakarta.
- Goldsworthy, P.R dan N.M. Fisher. 1996. Fisiologi Tanaman Budi Daya Tropik. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.Yogyakarta. 874 hlm.
- Putih, R. 1998. Pengaruh pemupukan P dan pemangkasan cabang terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *J. Stigma* 6 (1): 119-121.

KAJIAN BEBERAPA JENIS PUPUK ORGANIK DALAM BUDI DAYA TANAMAN BAWANG DAUN PADA LAHAN DATARAN TINGGI DI KABUPATEN BANDUNG

Endjang Sujitno dan Taemi Fahmi

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Jawa Barat

ABSTRAK

Peranan pupuk organik bagi produksi pertanian sudah lama dikenal, tetapi yang paling banyak digunakan sebagian besar berasal dari kotoran hewan berupa pupuk kandang dan sisa tanaman. Sebelum tahun 1950-an penggunaan pupuk organik relatif tinggi, namun sejak tahun 1950-an produksi pupuk anorganik sangat banyak dan harganya makin murah. Sehingga petani menjadi kecanduan dengan penggunaan pupuk anorganik. Namun akhir-akhir ini harga pupuk anorganik meningkat terus. Salah satu solusi yang dilakukan untuk menghadapi keberadaan pupuk yang agak sulit dan relatif mahal yaitu dengan meningkatkan penggunaan pupuk organik. Kecamatan Ciwidey merupakan salah satu yang memiliki potensi ketersediaan pupuk organik cukup baik, namun pada penggunaannya masih dilakukan dengan cara tradisional akibatnya produksi yang diperoleh belum optimal. Tujuan pengkajian adalah mengkaji berbagai penggunaan pupuk organik dalam peningkatan produksi bawang daun di lahan dataran tinggi, dilaksanakan mulai bulan April s/d Oktober 2006. Lokasi pengkajian di Desa Lembak Muncang Kec. Ciwidey Kab. Bandung dengan melibatkan petani dan penyuluh. Pengkajian dilaksanakan mulai dari pembuatan kompos dilanjutkan pengujian di lapangan. Metode pengkajian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), dengan 4 perlakuan 7 ulangan. Perlakuan yang dikaji antara lain: rekomendasi pemupukan setempat (P1), kompos kotoran sapi (P2), kompos kotoran ayam (P3), dan kompos kotoran kelinci (P4). Analisis data menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan. Hasil bawang daun antar perlakuan tidak berbeda nyata, perlakuan kompos kotoran sapi (P2), kompos kotoran ayam (P3) dan kotoran kelinci (P4) masing-masing menghasilkan produksi sebesar $19,35 \text{ t ha}^{-1}$, $18,11 \text{ t ha}^{-1}$ dan $17,82 \text{ t ha}^{-1}$, sedangkan perlakuan pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik dengan rekomendasi setempat (P1) menghasilkan produksi sebanyak $19,52 \text{ t ha}^{-1}$.

PENDAHULUAN

Peranan pupuk organik bagi produksi pertanian sudah lama dikenal, tetapi yang paling banyak digunakan di lapangan sebagian besar berasal dari kotoran hewan berupa pupuk kandang dan limbah tanaman. Kini pupuk organik antara lain juga berasal dari limbah industri pertanian, industri minuman, industri makanan, dan industri kimia (Jacobs, 1990; Koshino, 1990; dan Li, 1990). Sebelum tahun 50-an penggunaan pupuk organik relatif tinggi dibandingkan

dengan penggunaan pupuk anorganik, sejak tahun 1950-an produksi pupuk anorganik sangat banyak dan harganya makin murah (Karama *et al*, 1995). Dengan diaplikasikannya varietas-varietas unggul baru yang tanggap terhadap pemupukan dalam tahun 1960-an, penggunaan pupuk anorganik makin banyak digunakan dan penggunaan pupuk organik makin sedikit.

Namun sejak pencabutan subsidi pupuk oleh pemerintah dalam rangka memantapkan dan melestarikan swasembada pangan, telah menyebabkan terjadinya kelangkaan pupuk dan peningkatan harga pupuk, sehingga makin tidak terjangkau oleh petani. Sementara itu untuk memperoleh hasil yang maksimal diperlukan pupuk dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah. Dalam kondisi demikian pemerintah telah menerapkan kebijakan pintu terbuka untuk peredaran berbagai jenis pupuk (Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura, 1999). Oleh karena itu dewasa ini perkembangan berbagai jenis pupuk terlihat cukup pesat. Tetapi berdasarkan pengakuan petani harganya masih relatif mahal.

Salah satu solusi yang dilakukan petani dalam menghadapi keberadaan pupuk yang agak sulit dan relatif mahal, yaitu dengan meningkatkan penggunaan pupuk organik yang tersedia di wilayah masing-masing. Seperti halnya di Kecamatan Ciwidey sebagai wilayah sentra produksi sayuran di Kabupaten Bandung, khususnya petani sayuran bawang daun sudah terbiasa dengan menggunakan berbagai macam pupuk organik. Pupuk organik tersebut berasal dari pupuk kandang kotoran hewan, karena potensi pupuk kandang kotoran hewan dari sapi perah, kotoran ayam, dan kotoran kelinci di Kecamatan Ciwidey cukup tersedia. Namun pada penggunaannya di lapangan masih dilakukan secara langsung dengan sistem tradisional tanpa melalui proses, dengan takaran pemberian sembarangan, akibatnya produksi yang diperoleh belum optimal.

Berkaitan dengan latar belakang tersebut, maka telah dilakukan pengkajian penggunaan pupuk organik. Tujuan pengkajian untuk mengkaji berbagai jenis pupuk organik agar dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik guna meningkatkan produksi bawang daun pada lahan dataran tinggi di Kecamatan Ciwidey, Kabupaten Bandung.

METODOLOGI

Pengkajian dilaksanakan pada wilayah sentra produksi sayuran di Desa Lebak Muncang, Kecamatan Ciwidey, Kabupaten Bandung dimulai pada bulan April s/d Oktober 2006, dengan melibatkan petani dan penyuluh. Lokasi berada pada ketinggian sekitar 1.400 m dpl, lahan yang digunakan adalah milik petani.

Sebelum aplikasi pengujian, pertama-tama dilakukan pembuatan kompos terdiri atas tiga bahan pokok yaitu kotoran sapi, kotoran ayam, dan kotoran kelinci dengan menggunakan dekomposer orgadek. Pembuatan kompos dilakukan dengan cara mencampur bahan berdasarkan takaran yang sudah ditentukan yaitu 80% pupuk kandang, 10% sekam padi, 5% orgadek dan bahan lainnya, kemudian ditutup dengan menggunakan terpal agar terjadi fermentasi. Fermentasi memerlukan waktu sekitar 3 - 4 minggu.

Tanaman indikator yang dikaji adalah bawang daun yang merupakan komoditas prioritas di wilayah Ciwidey setelah strawberi, rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan, petani dijadikan sebagai ulangan sebanyak 7 petani, plot percobaan disesuaikan dengan petakan yang ada. Perlakuan 1 (P1) tanaman bawang daun dengan menggunakan pupuk berdasarkan rekomendasi setempat sebagai pembanding, perlakuan 2 (P2) tanaman bawang daun dengan menggunakan pupuk kompos kotoran sapi, perlakuan 3 (P3) tanaman bawang daun dengan pupuk kompos kotoran ayam, dan perlakuan 4 (P4) tanaman bawang daun dengan pupuk kompos kotoran kelinci.

Jenis pupuk yang diberikan pada P1 yaitu urea, SP-36, dan KCl dengan takaran masing-masing 350 kg ha^{-1} , 100 kg ha^{-1} dan 100 kg ha^{-1} . Perlakuan P2, P3, dan P4 takaran pupuk kompos yang diberikan masing-masing sebanyak 15 t ha^{-1} tanpa ditambahkan pupuk anorganik. Varietas bawang daun yang ditanam adalah Kuningan, merupakan salah satu varietas yang disukai petani, bibit yang digunakan adalah hasil perbanyakan petani setempat, ditanam satu batang bibit perlubang tanam dengan jarak tanam $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Pemeliharaan tanaman yaitu penyiangan dan penyiraman disesuaikan dengan keadaan dan kebutuhan. Pengendalian hama dan penyakit mengikuti sistem pengelolaan hama terpadu (PHT). Parameter yang diamati adalah perkembangan pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman dan jumlah tunas pada umur tertentu serta hasil produksi. Analisis data menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan hara tanah lokasi pengkajian

Untuk mengetahui Kandungan hara tanah di lokasi pengkajian, sebelum pelaksanaan dilakukan dulu analisis tanah di laboratorium. Tanah percobaan termasuk katagori agak masam (pH 5,9), kandungan N-total, dan C-organik tergolong sedang, tetapi kandungan P dan K sangat tinggi. Hal ini diduga bahwa tanah lokasi pengkajian hampir setiap tahun digunakan untuk usahatani sayuran secara intensif dengan masukan pupuk P dan K cukup banyak pada setiap musim sehingga terjadi kumulatif. Sanchez, (1976), mengatakan bahwa tingkat

ketersediaan hara bagi tanaman di dalam tanah dipengaruhi berbagai faktor salah satunya adalah pola pemberian pupuk sebelumnya. Data hasil analisis tanah sebelum pengkajian secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan hara tanah sebelum pelaksanaan pengkajian di Desa Alamendah Kec. Rancabali Kab. Bandung

Jenis Analisis	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O	5,9	Agak masam
N-total (%)	0,22	Sedang
C-organik (%)	2,15	Sedang
P-total HCL 25% me 100 g ⁻¹	88,78	Sangat tinggi
K-total HCL 25% me 100 g ⁻¹	50,66	Sangat tinggi
KTK me 100 g ⁻¹	26,87	Tinggi
C/N	9,77	Rendah
Kejenuhan basa (%)	83	Sangat tinggi

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia Balitsa, 2006

Kapasitas tukar kation termasuk tinggi 26,87 me 100 g⁻¹ dan kejenuhan basa sangat tinggi (83%), Sedangkan nilai C/N termasuk rendah yaitu 9,77. Rendahnya C/N ratio pada lokasi pengkajian diakibatkan karena faktor mineralisasi yang cukup, juga bisa berdampak pada ketersediaan hara P dan K menjadi tinggi.

Hasil analisis hara pada beberapa jenis pupuk organik

Tahap awal pada pelaksanaan pengkajian adalah dimulai dari pembuatan kompos dengan berbagai jenis bahan, kemudian kompos yang sudah jadi dianalisis di laboratorium, hasil analisis terhadap beberapa jenis kompos dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai pH pada tiga jenis pupuk organik yaitu kompos kotoran ayam, sapi dan kelinci termasuk basa dengan nilai masing-masing 7,1; 7,2; dan 7,6. Kesumaningwati, 2006 mengatakan bahwa nilai pH optimum kompos berada pada kisaran angka 5,5–8,0. Dengan demikian ketiga kompos yang dibuat pada pengkajian ini termasuk memiliki nilai yang optimum. Tanah di lokasi pengkajian tergolong agak masam, dimana kandungan Al pada tanah tersebut cukup tinggi, maka dengan mengaplikasikan pupuk organik biasanya dapat menetralkan Al membentuk kompleks Al organik (Hardjowigeno, 1987).

Tabel 2. Hasil analisis beberapa jenis kompos di Lebak Muncang Ciwidey Bandung

Jenis analisis	Jenis kompos		
	Kotoran ayam	Kotoran sapi	Kotoran kelinci
pH H ₂ O	7,1	7,2	7,6
N (%)	2,36	1,71	1,41
C (%)	32,98	23, 98	25,11
C/N	13,97	14,02	17,80
P ₂ O ₅ HCl 25% mg100 g ⁻¹	2761,9	2238,6	2456,3
K (ppm)	9499	7243	8987
Ca me 100 g ⁻¹	41,22	32,45	41,28
Mg me 100 g ⁻¹	20,36	20,34	18,97
Fe me 100 g ⁻¹	12,3	6,9	6,1
Cu me 100 g ⁻¹	16,9	3,6	2,1
Zn me 100 g ⁻¹	7,1	6,5	6,1
Al me 100 g ⁻¹	23,8	7,2	14,1

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia Balitsa, 2006

Nilai C/N ratio yang baik untuk pertumbuhan tanaman berkisar antara 13 - 20, berdasarkan hasil analisis bahwa pupuk organik yang dikaji termasuk cukup baik karena nilainya berada pada kisaran angka tersebut, yaitu kompos dari kotoran ayam memiliki nilai 13,97; kotoran sapi 14,02; dan kotoran kelinci 17,80.

Aplikasi pemupukan pada bawang daun

Tabel 3 memperlihatkan pengaruh berbagai jenis pupuk terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan pengamatan tinggi tanaman.

Tabel 3. Pengaruh beberapa jenis pupuk terhadap tinggi tanaman bawang daun di Desa Lebak Muncang, Kec. Ciwidey, Kab. Bandung, Tahun 2006

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		
	21 hst	42 hst	63 hst
P1	30,7 a*	42,5 a	61,9 a
P2	31,6 a	40,7 a	63,1 a
P3	29,9 a	43,2 a	63,5 a
P4	32,1 a	42,9 a	60,9 a

*Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %

Pertumbuhan tinggi tanaman bawang daun pada berbagai perlakuan selama tiga kali pengamatan hasilnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi bila dilihat dari angka rata-rata pada umur 21 hst perlakuan P4 terlihat paling tinggi yaitu 32,1 cm dan terendah perlakuan P3 yaitu 29,9 cm. Namun pada umur 42 hst, perlakuan P3 menunjukkan angka tertinggi yaitu 43,2 cm dan

terendah pada perlakuan P2 dengan tinggi tanaman mencapai 40,7 cm. Begitu pula pada umur 63 hst perlakuan P3 memperlihatkan angka tertinggi yaitu 63,5 cm dan terendah adalah pada perlakuan P4 yaitu setinggi 60,9 cm. Sedangkan pengamatan jumlah tunas dan hasil produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah tunas dan hasil tanaman bawang daun di Desa Lebak Muncang, Kec. Ciwidey, Kab. Bandung, Tahun 2006

Perlakuan	Jumlah Tunas	Hasil (t ha ⁻¹)
P1	33,22 a*	19,52 a
P2	32,95 a	18,11 a
P3	34,10 a	19,35 a
P4	31,59 a	17,82 a

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %

Jumlah tunas dan hasil bawang daun tidak berbeda nyata antar perlakuan, tetapi meskipun demikian perlakuan P3 menunjukkan angka jumlah tunas tertinggi yaitu 34,10 dan terendah pada perlakuan P4 yaitu 31,59. Sedangkan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 kemudian perlakuan P3 masing-masing 19,52 t ha⁻¹ dan 19,35 t ha⁻¹, menyusul perlakuan P2 sebesar 18,11 t ha⁻¹ dan hasil terendah pada perlakuan P4 dengan hasil sebesar 17,82 t ha⁻¹.

KESIMPULAN

1. Pupuk organik berupa kompos kotoran ayam, kompos kotoran sapi, dan kompos kotoran kelinci yang dikaji di Desa Lebak Muncang Kec. Ciwidey Kab. Bandung layak untuk dikembangkan karena memenuhi sarat dengan kriteria pH berada pada kisaran 7,1–7,6 dan nilai C/N ratio < 20.
2. Hasil produksi tanaman bawang daun antar perlakuan tidak berbeda nyata, perlakuan kompos kotoran sapi (P2), kompos kotoran ayam (P3) dan kotoran kelinci (P4) masing-masing menghasilkan produksi sebesar 19,35 t ha⁻¹, 18,11 t ha⁻¹ dan 17,82 t ha⁻¹. Sedangkan perlakuan pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik dengan rekomendasi setempat (P1) menghasilkan produksi sebanyak 19,52 t ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1990. Pedoman Umum Penerapan Pupuk Alternatif untuk Sub-sektor Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.

- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. Second Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. PT. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Jacobs, L.W. 1990. Potential Hazards when Using Organic Materials as Fertilizers for Crop Production. Paper presented at Seminar on *The Use of Organic Fertilizers in Crop Production*, at Suwon, South Korea, 18 -24 June 1990. (unpublished)
- Karama. A.S., A. Rasyid Marzuki, dan Ibrahim Manwan. 1995. Penggunaan Pupuk Organik pada Tanaman Pangan. Balai penelitian Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor
- Kesumaningwati R. 2006. Kompos, Ilmu Tanah dan Lingkungan Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Koshino, M. 1990. Present Status of Supply and Demand of Chemical Fertilizers and Organic Amandments in Japan. Paper presented at Seminar on *The Use of Organic Fertilizers in Crop Production*, at Suwon, South Korea, 18 -24 June 1990. (Unpublished)
- Li, S.W. 1990. The Treatment and Utilization of Organic Wastes at Taiwan Sugar Corporation. Paper presented at Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production, at Suwon, South Korea, 18 -24 June 1990. (Unpublished)
- Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils In The Tropics. Department of soil Science. North Carolina State University. A. Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto.

PENGARUH SISTEM TANAM DAN VARIETAS TERHADAP HASIL KENTANG DI KABUPATEN REJANG LEBONG

Ahmad Damiri, Eddy Makruf, dan Tri Sudaryono

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Bengkulu

ABSTRAK

Kabupaten Rejang Lebong, sebagai salah satu kabupaten di Provinsi Bengkulu yang terletak di punggung pegunungan Bukit Barisan pada ketinggian antara 600 sampai < 1.000 m dpl. Jenis tanah didominasi oleh Andosol atau Inceptisols. Daerah ini merupakan sentra produksi sayuran untuk Provinsi Bengkulu. Diantara jenis sayuran yang banyak dihasilkan disini adalah cabai, wortel, terung, timun, kacang panjang, buncis, dan kentang. Dari waktu ke waktu, semakin banyak petani yang menanam Kentang Merah (diduga berasal dari varietas Desiree), karena umbi yang berwarna merah. Pengkajian bertujuan untuk: a) mendapatkan produksi kentang yang lebih tinggi persatuan luas lahan, b) mengetahui produksi satu baris dan dua baris tanaman, dan c) memperoleh produksi dua varietas kentang. Metode pengkajian menggunakan Rancangan acak kelompok dengan empat ulangan, sebagai ulangan adalah lahan petani kooperator. Perlakuan terdiri atas kombinasi antara baris tanaman (1 baris dan 2 baris secara) dan varietas (Kentang Merah dan Granola). Pengkajian dilakukan pada bulan Oktober 2009 sampai bulan Januari 2010. Sistem tanam (satu baris dan dua baris tanaman) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif kentang, tetapi varietas berpengaruh terhadap pertumbuhan generatif kentang. Tinggi tanaman umur 45 hari dan 60 hari, luas kanopi, dan jumlah cabang varietas Kentang Merah baik yang ditanam satu baris (42,275 cm; 58,600 cm; 1692,700 cm; dan 4,900 cabang) maupun yang ditanam dua baris (45,300 cm; 61,760 cm; 1783,100 cm; 5,660 cabang) menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan varietas Granola satu baris (31,925 cm; 37,308 cm; 1010,100 cm; 0,759 cabang) maupun yang ditanam dua baris (33,775 cm; 38,888 cm; 795,100 cm; dan 0,800 cabang). Jumlah umbi dan hasil umbi per tanaman baik satu baris (5,323 umbi dan 202,880 g) maupun dua baris (5,553 umbi dan 179,180 g) lebih rendah dibandingkan dengan jumlah umbi dan hasil umbi per tanaman, baik satu baris (11,128 umbi dan 287,180 g) maupun dua baris (10,933 umbi dan 256,950 g) kentang Granola.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, kentang di tanam di dataran tinggi (1.000–3.000 m dpl) dengan sentra produksi kentang Indonesia di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Jambi. Walaupun Provinsi Bengkulu tidak termasuk sebagai sentra produksi kentang di

Indonesia, tetapi Provinsi Bengkulu juga memiliki dataran tinggi yang cocok untuk pengembangan kentang yaitu di Kab. Rejang Lebong.

Rejang Lebong terletak di punggung pegunungan Bukit Barisan pada ketinggian antara 600 < 1.000 m dpl, sebagai daerah penghasil sayuran. Berbagai sayuran yang dihasilkan diantaranya adalah cabai, wortel, terung, timun, kacang panjang, buncis dan kentang. Kab. Rejang Lebong mempunyai karakteristik wilayah dan agroekosistem yang sesuai, namun untuk pengembangannya, masih mempunyai keterbatasan teknologi produksi, manajemen usaha tani dan pemasaran. Kentang yang banyak dikembangkan masyarakat adalah Varietas Granola Cipanas dan Lembang. Khusus Kentang Merah adalah Varietas lokal yang belum dilepas secara resmi namun disenangi masyarakat setempat dan konsumen tertentu (Bahar, 2009).

Sebagai daerah penghasil kentang, saat ini banyak petani yang menanam Kentang Merah (diduga merupakan varietas Desiree, karena memiliki warna umbi merah) selain Granola. Pada umumnya, petani menanam kentang Granola karena pemasarannya sangat mudah dan disukai konsumen. Saat ini sebagian petani mencoba menanam Kentang Merah, sehingga dari waktu ke waktu petani yang menanam Kentang Merah semakin banyak dan beredar informasi bahwa pemerintah Kab. Rejang Lebong akan melepasnya sebagai komoditas unggulan Kab. Rejang Lebong, menyebabkan komoditas Kentang Merah ini menjadi menarik.

Kebiasaan petani menanam kentang menggunakan sistem tanam pola satu baris tanaman untuk setiap bedengan (*single row*). Sementara peluang peningkatan produksi dapat dilakukan dengan pola dua baris tanaman untuk setiap bedengan (*double row*). Penggunaan pola tanam dengan *double row* akan meningkatkan jumlah tanaman persatuan luas menjadi satu setengah kali lebih banyak bila dibandingkan dengan *single row*, sehingga produksi akan menjadi lebih banyak.

MATERI DAN METODE

Pengkajian dilaksanakan pada bulan Oktober 2009 - Januari 2010 di Dusun Talang Blitar, Desa Bengko Kec. Sindang Dataran, Kab. Rejang Lebong. Dilakukan secara partisipatif di lahan 4 orang petani kooperator yang sekaligus sebagai ulangan.

Ruang lingkup kegiatan adalah: 1) penentuan petani kooperator sebanyak 4 orang; 2) luas lahan masing-masing kooperator 400 m²; 3) setiap lahan dibuat bedengan untuk satu dan dua baris tanaman, sebagian bedengan digunakan untuk Kentang Merah, sebagian lagi digunakan untuk Granola; 4) lahan petani merupakan ulangan; 5) setiap lahan diberi pupuk kompos 5 t ha⁻¹; 6) pupuk anorganik diberikan setara dengan 200 kg N, 100 kg P₂O₅, dan 100 kg K₂O ha⁻¹; dan 7) kapur 1,5 t ha⁻¹.

Ukuran bedengan untuk satu baris tanaman yaitu lebar 40 cm, sedangkan untuk bedengan dengan dua baris tanaman dengan lebar bedengan 80 cm. Cara penanaman untuk bedengan yang dua baris tanaman dilakukan secara zigzag guna memperbesar luas wilayah perkembangan akar tanaman. Jarak antar bedengan 60 cm. Pemberian kompos dan kapur seluruhnya dilakukan pada saat pengolahan tanah, dan pemupukan diberikan pada saat tanam (sesuai keinginan petani).

Pengkajian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), terdiri 4 kombinasi perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas 2 varietas (Kentang Merah dan Granola) dan kombinasi perlakuan (satu baris tanaman dan dua baris tanaman). Penanaman kentang dengan sistem satu baris tanaman untuk setiap gulud/bedengan, jarak antar tanaman 40 cm. Penanaman kentang dengan sistem dua baris tanaman untuk setiap bedengan, jarak antar tanaman $\pm$ 40 cm. Jarak antar gulud/bedengan 60 cm dan pengolahan tanah sempurna.

Data dari komponen pertumbuhan dan komponen hasil yang terkumpul dianalisis secara statistik dan uji lanjut menggunakan uji jarak berganda Duncan (DMRT). Data dukung yang diamati adalah serangan OPT pada fase vegetatif dan generatif tanaman. Parameter yang diamati adalah komponen pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah cabang, dan luas kanopi), komponen hasil (jumlah umbi per tanaman, bobot umbi per tanaman).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan umum wilayah

Lokasi pengkajian terletak di Kec. Sindang Dataran yang merupakan wilayah kerja Balai Penyuluhan Pertanian Bengko. Sebagian besar wilayah memiliki topografi datar sampai kemiringan 15% (seluas 4.353,6 ha atau 68% dari luas wilayah) merupakan lahan kering dengan ketinggian wilayah 1.000–1.200 m dpl. Dari luas lahan Kec. Sindang Dataran, 66% bertekstur halus, 44% bertekstur sedang, memiliki drainase yang baik dengan lapisan olah yang cukup tebal. Temperatur siang hari 20–30°C, kelembapan 50–70% dan rata-rata curah hujan 2.119 mm tahun⁻¹ dengan 9 bulan basah dan 3 bulan kering (Surono, 2009).

Serangan hama dan penyakit

Hasil pengamatan di lapangan sampai umur tanaman 45 hst tidak terlihat adanya serangan hama dan penyakit yang berat. Pada musim hujan biasanya serangan hama terutama insek jarang sekali. Serangan yang banyak terjadi biasanya adalah cendawan, oleh karena petani takut tanamannya gagal panen, pada musim hujan yang sering diiringi dengan datangnya kabut, penyemprotan fungisida dilakukan secara intensif 2–3 hari sekali dengan takaran yang lebih tinggi dari kondisi biasa.

Serangan ringan dari hama Kumbang Kentang (*Epilachna sparsa* forma *vigintioctopunctata* Boisd.). Hama ini menyerang daun dan menyebabkan daun berlubang, namun serangan hama ini hanya sedikit sekali. Hama ini bukan merupakan hama utama, tetapi merupakan hama sekunder. Menurut Sastrosiswojo *et al.* (1998), kerusakan tanaman karena *thrips* berat sekali apabila keadaan cuaca kering, demikian pula dengan hama ulat bawang, merusak tanaman pada musim kemarau.

Pada umur 48 hari setelah tanam sudah mulai terlihat adanya serangan cendawan, dan pada umur 60 hari setelah tanam serangan semakin meningkat dan semua tanaman sudah terserang. Bagian tanaman yang terserang terutama daun dengan serangan bervariasi dari 25–70%. Daun yang terserang terlihat seperti terbakar. Pada saat umur 60 hari setelah tanam juga terlihat adanya serangan penyakit Busuk Daun yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary.

Tinggi tanaman, luas kanopi, dan jumlah cabang

Data vegetatif yang dikumpulkan yaitu: tinggi tanaman umur 45 dan 60 hst, luas kanopi umur 60 hst, dan jumlah cabang umur 60 hst seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman umur 45 dan 60 hst, luas kanopi umur 60 hst, dan jumlah cabang umur 60 hst

Baris tanaman kentang pada bedengan	Tinggi tanaman umur 45 hst (cm)	Tinggi tanaman umur 60 hst (cm)	Luas kanopi tanaman Umur 60 hst (cm)	Jmlah cabang tanaman umur 60 hst (cabang)
Satu baris tanaman Kentang Granola (SBG)	31,93b*	37,31b	1010,10b	0,76b
Satu baris tanaman Kentang Merah (SBM)	42,28a	58,60a	1692,70a	4,90a
Dua baris tanaman Kentang Granola (DBG)	33,78b	38,9b	795,10b	0,80b
Dua baris tanaman Kentang Merah (DBM)	45,30a	61,76a	1783,10a	5,66a

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji 0.05

Pada pertumbuhan vegetatif tanaman (tinggi tanaman umur 45 dan 60 hst, luas kanopi umur 60 hst, dan jumlah cabang umur 60 hst), tidak berpengaruh nyata terhadap sistem tanam satu baris atau dua baris baik antar Kentang Merah maupun antar Kentang granola, tetapi berpengaruh nyata terhadap varietas. Varietas Kentang Merah menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap Kentang Granola pada tinggi tanaman umur 45 dan 60 hst, luas kanopi umur 60 hst, dan jumlah cabang umur 60 hst seperti terlihat pada Tabel 1.

Selama pertumbuhan di lapangan, tanaman Kentang Merah menunjukkan pertumbuhan yang lebih jagur dibandingkan dengan Kentang Granola.

Walaupun tumbuhnya sedikit lebih lambat, tetapi ukuran batang terlihat lebih besar dan pada saat panen dilakukan, posisi umbi terhadap batang pokok lebih jauh bila dibandingkan dengan Kentang Granola. Ini menunjukkan bahwa Kentang Merah memiliki pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Menurut Pitojo (2010), percabangan tanaman dipengaruhi oleh kualitas benih yang ditanam, sebagai dampak dari cara simpan benih dan tingkat generasi.

Menurut Soelarso (1998), setelah berumur 25–30 hari dan setelah bertunas atau lebih kurang berumur 37–43 hst, pertumbuhan batang paling aktif dengan penambahan panjang 1–3 cm per hari. Biasanya 45–50 hari setelah bertunas (57–63 hst), pertumbuhan ini akan berhenti. Setelah 75–80 hari setelah bertunas, daun menguning dan 10 hari kemudian tanaman mati.

Jumlah umbi dan produksi umbi per tanaman

Jumlah umbi dan produksi umbi pertanaman diamati pada umur 90 hari setelah tanam. Data jumlah umbi dan produksi umbi pertanaman seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah umbi dan produksi umbi per tanaman umur 90 hst

Baris tanaman kentang pada bedengan	Jumlah umbi per tanaman Umur 90 hst (umbi)	Hasil per tanaman umur 90 hst (g)
Satu baris tanaman Kentang Granola (SBG)	11,13*	287,18
Satu baris tanaman Kentang Merah (SBM)	5,32	202,88
Dua baris tanaman Kentang Granola (DBG)	10,93	256,95
Dua baris tanaman Kentang Merah (DBM)	5,55	179,18

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata pada uji 0.01

Sistem tanam maupun varietas tidak menunjukkan perbedaaan yang nyata terhadap jumlah umbi maupun produksi umbi tanaman kentang seperti terlihat pada Tabel 2. Menurut Etty Sumiati (1977) dalam Permadi *et al* (1989); pertumbuhan umbi yang sangat cepat terjadi antara minggu ke empat sampai minggu ke delapan. Oleh karena itu agar hasil yang dicapai baik, pertumbuhan tanaman pada umur tersebut harus baik. Terjadi serangan penyakit pada daun yang menyebabkan fotosintesis terganggu pada saat pengisian umbi, menyebabkan penurunan hasil.

Curah hujan selama pengkajian

Curah hujan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kentang. Selama pelaksanaan pengkajian, curah hujan yang datang disertai dengan kabut. Suasana berkabut dapat terjadi pada pagi, sore, maupun malam

hari. Kondisi ini menyebabkan takaran penyemprotan fungisida menjadi lebih tinggi 2,0–2,5 kali bila dibandingkan dengan kondisi tidak berkabut. Berdasarkan data yang diperoleh, pada saat awal pertumbuhan tanaman, curah hujan sangat tinggi dan menurun pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam, dan meningkat lagi setelah tanaman berumur 7 minggu setelah tanam seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah curah hujan dan jumlah hari hujan per bulan lima tahun terakhir dibandingkan dengan Jumlah curah hujan dan jumlah hari hujan per bulan selama pengkajian

Bulan pengkajian dilakukan	Lima tahun terakhir										Selama Pengkajian	
	2004/2005		2005/2006		2006/2007		2007/2008		2008/2009		2009/2010	
	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)
Oktober	402	27	395	24	356	22	385	23	418	26	599	21
November	379	25	432	27	378	24	110	15	235	20	189	25
Desember	431	29	441	26	401	25	351	27	324	25	433	31
Januari	387	27	351	25	366	25	160	17	259	29		

Sumber data: BPP Mojorejo, 2009

Curah hujan yang tinggi selama pengkajian akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Hasil akhir dari penanaman kentang yang diharapkan adalah produksi. Kondisi hujan yang lebat selama pengkajian akan mempengaruhi produksi karena banyak pupuk yang hanyut, sementara tanaman belum dapat menyerap pupuk yang diberikan secara optimum, karena pupuk diberikan pada saat tanam dan hujan lebat terjadi setelah penanaman.

Menurut Asandhi dan Gunandi (1989) pertumbuhan dan produksi kentang sangat tergantung kepada curah hujan dan penyebarannya selama masa pertumbuhan. Curah hujan antara 200–300 mm tiap bulan atau rata-rata atau 1.000 mm selama masa pertumbuhan, merupakan syarat tumbuh yang baik tanaman kentang.

KESIMPULAN

1. Data produksi kentang per satuan luas tidak dapat ditampilkan, karena ada satu lahan petani yang tanamannya tidak tumbuh mencapai 70%.
2. Data produksi per tanaman satu baris tanaman dan dua baris tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.
3. Hasil per tanaman yang dipanen umur 90 hst, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara tanaman Kentang Merah dengan Kentang Granola.

DAFTAR PUSTAKA

- Asandhi, A.A., dan Gunandi, N. 1989. Syarat Tumbuh Tanaman Kentang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Bahar, Y.H. 2009. Panen Perdana Kentang Granola. http://ditsayur.hortikultura.deptan.go.id/index.php?Itemid=39&id=43&option=com_content&task=view[03 Nov 09].
- BPP Mojorejo. 2009. Data Curah Hujan Tahun 2009. BPP, Mojorejo
- Permadi, A.H., Wasito, A., dan Sumiati, E. 1989. Morfologi dan Pertumbuhan Kentang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kentang. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang.
- Pitojo, S. 2010. Penangkaran Benih Kentang. Kanisius Jakarta. file:///I:/kentang/Penangkar%20BENIH%20KENTANG.htm#v=onepage&q=percabangan%2Btanaman%2Bkentang&f=false[21 Januari 2010].
- Sastrosiswojo, S., Dibyantoro, A.L., dan Suriatmadja, R.E. 1989. Hama Kentang di Indonesia dan Cara Pengendaliannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1989. Kentang. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang.
- Soelarso, B. 1998. Budi daya Kentang Bebas Penyakit. Kanisius.
- Surono. 2009. Laporan Identifikasi dan Penentuan Lokasi. BPP Bengko. Kabupaten Rejang Lebong (Tidak di publikasikan).

UJI APLIKASI PUPUK ORGANIK SEBAGAI KOMPONEN PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT) DENGAN INTRODUKSI BIOFERTILIZER PADA TANAMAN KENTANG

Tri Martini

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Keberhasilan pengendalian organisme pengganggu tanaman antara lain tergantung pada ketersediaan rakitan PHT yang efektif dan mudah diadopsi oleh petani. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh kombinasi komponen PHT khususnya pupuk organik yang diintroduksi *biofertilizer* serta mengetahui keragaan dan kelayakan teknologi penggunaan *biofertilizer* tersebut pada budi daya kentang. Penelitian dilaksanakan di Dusun Wonokerso, Desa Hargobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman, DIY. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus s/d bulan November 2007. Percobaan terbagi dalam enam ulangan. Letak perlakuan dalam tiap plot ditentukan secara acak. Perlakuannya adalah sebagai berikut: (A) aplikasi pupuk organik + *biofertilizer*; (B) aplikasi pupuk organik. Aplikasi dilakukan saat tanam dengan cara diletakkan di atas pupuk organik dalam lubang tanam sebanyak 5 g/tanaman. Parameter yang diamati meliputi intensitas serangan penyakit dan komponen pertumbuhan hingga panen. Komponen pertumbuhan meliputi jumlah anakan, tinggi tanaman, dan jumlah daun. Adapun komponen panennya meliputi berat umbi, kelas umbi, jumlah umbi, ubinan, dan konversi ubinan per hektar, serta keefektifan relatif pengendalian (KRP). *Biofertilizer* mampu menekan perkembangan intensitas penyakit utama kentang hingga 5% dengan kriteria pengendalian efektif (85,50%). Kentang yang diberi perlakuan A memiliki jumlah anakan maupun jumlah batang yang lebih banyak dibandingkan kentang yang tidak diberi perlakuan B. Perlakuan kentang A dan B tidak berbeda nyata pada seluruh parameter, walaupun perlakuan A memiliki berat umbi yang lebih besar 29,13 g dibanding perlakuan B yang hanya 28,00 g dengan rerata jumlah umbi 10 buah per tanaman. Adapun hasil ubinan antara perlakuan A dan B memiliki nilai yang sama, yaitu 7 kg/plot dengan konversi 11,2 t ha⁻¹.

PENDAHULUAN

Kentang sebagai sumber utama karbohidrat sangat diperlukan tubuh sebagai sumber energi untuk meningkatkan aktivitas tubuh. Selain itu kentang juga mengandung zat-zat lainnya yang penting untuk pembentukan jaringan tubuh, seperti protein dan lemak. Serapan kebutuhan kentang dari hasil analisis Bank Dunia tahun 1992 memproyeksikan peningkatan permintaan sayuran rata-rata 3,6%-5,0% tahun⁻¹ pada periode tahun 1988–2010 mendatang (Samadi,

1997). Dengan melihat hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa peluang pasar untuk komoditi kentang masih terbuka luas. Potensi pasarnya juga tidak hanya terbatas di dalam negeri saja, akan tetapi juga berpotensi besar untuk pemasaran ke luar negeri atau ekspor. Komoditi kentang telah dikenal sebagai komoditi perdagangan internasional yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Cahyono, 1996).

Dalam usaha meningkatkan jumlah produksi, perlu dilakukan usaha perluasan tanaman kentang di dataran medium. Oleh karena itu, pengembangan teknologi budi daya kentang di dataran medium perlu mendapat perhatian, seiring dengan permintaan yang terus meningkat. Menurut Setiadi dan Fitri (2003), Departemen Pertanian telah menyiapkan lahan seluas ± 250.000 ha di dataran medium untuk ditanami kentang. Lokasi yang dipilih untuk pertanaman kentang harus benar-benar cocok untuk pertumbuhan dan produksi kentang. Pemilihan lokasi berhubungan dengan syarat tumbuhnya dan dalam upaya untuk menghindari adanya serangan hama dan penyakit bakteri layu yang sangat populer menyerang tanaman kentang di Indonesia (Sukar *et al.*, 2003).

Di Indonesia dalam upaya mengendalikan hama dan penyakit tumbuhan berdasarkan Undang-Undang Budi Daya Tanaman No. 12 Tahun 1998 yaitu dengan menerapkan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Salah satu komponen PHT yang paling efektif dan mudah diterapkan oleh petani adalah penggunaan pupuk organik yang matang. Yang dimaksud pupuk organik di sini adalah pupuk yang berasal dari kotoran sapi yang telah diproses dengan menggunakan probiotik sebagai agen pemicu proses pembuatan pupuk organik dengan maksud agar dapat langsung diserap oleh tanaman. Sedangkan probiotik yang dimaksud adalah dekomposer yang berfungsi untuk mempercepat proses pematangan kotoran sapi sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.

Salah satu upaya lain yang dapat diterapkan dalam peningkatan kesuburan tanah adalah pemberian *biofertilizer* berupa jamur endofitik untuk membantu tanaman menyerap unsur P yang kurang tersedia bagi tanaman. Fosfor memegang peranan penting dalam transportasi energi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. P paling mudah diserap oleh tanaman pada pH sekitar 6-7. Jamur endofitik yang digunakan berupa mikoriza, yang merupakan jamur tanah yang hidupnya berdekatan dengan perakaran tanaman dan saling menguntungkan. Hifa jamur mikoriza berperan dalam meningkatkan pengambilan P dengan cara memperluas daerah penyerapan dari sistem perakaran tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menambang kembali residu P yang menumpuk di dalam tanah. Penggunaan jamur mikoriza juga membantu tanaman dalam memperoleh air dari dalam tanah, khususnya di daerah tanah marjinal seperti tanah pasir yang cenderung miskin hara dan ketersediaan airnya terbatas. Pupuk Bio-Biofertilizer

adalah pupuk biologis yang mengandung *mycorriza arbuskula* yang diproduksi oleh Puslit Bioteknologi-LIPI (Harmastini, 2005).

Beberapa strategi pengendalian hama dan penyakit tanaman kentang telah diterapkan, diantaranya dengan memilih tempat bekas lahan padi atau tebu, dimana lahan tersebut biasanya bebas atau sedikit terdapat serangan penyakit tular tanah, misalnya layu bakteri. Namun strategi tersebut ternyata tidak efektif untuk semua situasi, karena perbedaan lingkungan masyarakatnya sehingga perlu terus dievaluasi. Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik dan jauh dari gangguan hama dan penyakit, diperlukan penanganan yang baik diantaranya jenis pupuk (*fertilizer*) dan teknik pengendalian penyakit. Penelitian dilakukan dengan tujuan memperoleh kombinasi komponen PHT khususnya pupuk organik yang diintroduksi biofertilizer serta mengetahui keragaan tanaman pada budi daya kentang.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di dataran medium Kab. Sleman, tepatnya di Dusun Wonokerso, Desa Hargobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman, DIY mulai bulan Agustus hingga November 2007. Kegiatan pengkajian ini ditempatkan langsung di lahan petani seluas $\pm 1.000 \text{ m}^2$ di lokasi Prima Tani Kab. Sleman, sehingga ada kerjasama antara peneliti, penyuluh, dan petani. Percobaan menggunakan rancangan uji t yang terbagi dalam 6 ulangan, dengan perlakuan sebagai berikut:

(A) = pupuk organik dengan tambahan *biofertilizer*

(B) = pupuk organik tanpa *biofertilizer*

Budi daya tanaman kentang ditanam dengan jarak tanam 50 cm x 75 cm. Varietas kentang yang digunakan adalah Granola. Hamparan tanaman kentang dipupuk dengan takaran kg ha^{-1} urea: SP-36: KCl = 200: 100: 100, serta pupuk organik majemuk (POM) sebanyak 20 t ha^{-1} . Dalam satu hamparan dilakukan 2 pola penanaman, setengah bagian lahannya ditanami kentang dengan pupuk organik + *biofertilizer* (A), dan setengah bagian lainnya pupuk organik tanpa *biofertilizer*/pola petani (B). Pemupukan kimia diberikan 2 kali yaitu pada saat tanam sebanyak 1/2 bagian dan sisanya (1/2 bagian) diberikan saat tanaman berumur 30 hari setelah tanam (hst). Pemberian *biofertilizer* dilakukan di lubang tanam, di atas pupuk organik dan di atas benih kentang. POM diberikan langsung saat tanam bersamaan dengan pemberian pupuk kimia pertama.

Mulsa jerami diberikan langsung setelah tanam dengan ketebalan $\pm 5 \text{ cm}$ atau 8 t ha^{-1} . Penyiraman dilakukan secukupnya sampai 2 hari sebelum tanam dengan cara dileb. Selanjutnya pengairan dilakukan sesuai setiap 2 minggu sekali dengan cara dileb atau sesuai dengan kondisi lahan.

Parameter yang diukur meliputi komponen pertumbuhan dan panen. Komponen pertumbuhan meliputi jumlah anakan, tinggi tanaman, dan jumlah daun, serta persentase serangan penyakit utama. Adapun komponen panennya meliputi berat umbi, kelas umbi, jumlah umbi, ubinan, dan konversi ubinan per hektar. Adapun penggolongan kelas umbi kentang berdasarkan berat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggolongan kelas umbi kentang berdasarkan berat (g/umbi)

No.	Kelas	Ukuran (g/umbi)
1.	LL	> 120
2.	L2	90 – 120
3.	L1	60 - 90
4.	M	30 - 60
5.	S	10 – 30
6.	SS	< 10

Sumber : Samadi, 1997.

Serangan penyakit diamati pada keseluruhan tanaman pada masing-masing petak perlakuan. Intensitas penyakit dihitung dengan rumus Townsend and Heuberger (*dalam* Unterstenhoffer, 1976) sebagai berikut:

$$IP = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit
 n = jumlah umbi yang terserang pada nilai numerik tertentu
 v = nilai numerik dari kategori serangan tertentu
 Z = nilai numerik kategori serangan tertinggi
 N = jumlah umbi yang diamati

Keefektifan relatif pengendalian (KRP) dihitung dengan rumus Abbott (*dalam* Unterstenhoffer, 1976) sebagai berikut:

$$KRP = \frac{IS Ko - IS P}{IS Ko} \times 100\%$$

Keterangan:

KRP = Keefektifan Relatif Pengendalian
 IS Ko = Intensitas serangan pada petakan kontrol
 IS P = Intensitas serangan pada petakan perlakuan

Kriteria keefektifan pengendalian tiap perlakuan telah ditentukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria keefektifan relatif pengendalian

Nilai KRP	Kategori keefektifan
$KRP \geq 80\%$	Sangat efektif
$60\% \leq KRP < 80\%$	Efektif
$40\% \leq KRP < 60\%$	Agak efektif
$20\% \leq KRP < 40\%$	Kurang efektif
$KRP < 20\%$	Tidak efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan yang telah dipersiapkan, sebelumnya diberi pupuk organik majemuk dengan cara dihamparkan dalam guritan-guritan. Pupuk organik yang akan digunakan harus sudah benar-benar jadi atau sudah menjadi seperti tanah agar dapat langsung diserap oleh tanah. Penggunaan pupuk organik yang matang diharapkan dapat mengurangi intensitas serangan hama dan penyakit di pertanaman. Cara pembuatan pupuk organik dengan bahan 1 t kotoran ternak basah + 4 kg probiotik + 4 kg urea adalah dengan membagi kotoran ternak basah menjadi 4 bagian, sementara itu 4 kg probiotik dan 4 kg urea dicampur secara merata, lalu dibagi menjadi tiga bagian. Susunan lapisan dimulai dari paling bawah: kotoran ternak basah, lalu bagian atasnya ditaburi campuran probiotik dan urea, kemudian disiram air supaya tidak kering. Lapisan di atasnya adalah $\frac{1}{4}$ bagian kotoran ternak basah, yang kemudian ditaburi $\frac{1}{3}$ bagian probiotik dan urea, dan disiram kembali dengan air. Cara tersebut dilakukan sampai lapisan terakhir, yaitu kotoran ternak basah, yang kemudian ditutup plastik atau mulsa jerami, supaya tercipta kondisi anaerob bagi pematangan pembuatan pupuk organik. Pembalikan dilakukan 1 minggu sekali, selama 2 bulan menunggu proses pematangan pupuk organik majemuk.

Proses pematangan limbah kandang yang melalui kondisi anaerob sehingga menimbulkan panas yang tinggi hingga dapat mencapai $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ diharapkan cukup untuk mematikan berbagai telur insekta dan patogen, baik berupa spora jamur maupun bakteri penyebab penyakit pada tanaman. Penggunaan jamur endofitik pada *biofertilizer*, selain dapat meningkatkan penyerapan unsur P oleh tanaman juga secara tidak langsung membuat tanaman lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit melalui infestasi sistem imun dalam sel tanaman. Dalam bioteknologi, mikroba endofit ini sangat potensial sebagai penghasil senyawa-senyawa baru berkhasiat obat, metabolit sekunder, pengontrol biologi dan berbagai senyawa yang bermanfaat. Mikroba endofitik

hidup bersimbiosis dengan tanaman di dalam jaringan tanaman, apabila mikrobia tersebut mampu menghasilkan suatu agensia biologis yang dapat memerangi penyakit tanaman maka secara langsung tanaman tersebut akan terhindar dari serangan penyakit yang juga disebabkan oleh mikrobia. Tanaman yang sehat secara langsung dapat bertahan terhadap adanya berbagai serangan penyakit.

Hasil pengamatan di lokasi pengkajian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman pada umur 14 hari setelah tanam antara perlakuan A dan B tidak berbeda jauh dan berlangsung secara sempurna. Laju pertumbuhan meningkatkan akibat sistem perakaran telah berkembang normal sehingga penyerapan unsur hara dapat dilakukan tanaman dengan baik. Jumlah daun dan hasil fotosintesis meningkat sejalan dengan pertumbuhan tanaman. Jumlah daun sehat yang semakin banyak menyebabkan tanaman lebih banyak menyerap radiasi matahari dan karbondioksida yang merupakan bahan dasar utama bagi berlangsungnya proses fotosintesis, sehingga proses fotosintesis diharapkan meningkat. Menurut Gardner *et al.* (1985) dengan bertambahnya tinggi maupun ukuran daun pada masa vegetatif yang disertai dengan kemampuan akar menyerap unsur hara dan air, akan semakin meningkatkan kemampuan tanaman untuk berfotosintesis. Hasil fotosintesis yang berupa karbohidrat berperan dalam mendorong pertumbuhan tanaman.

Keragaan tanaman

Pengamatan terhadap jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah batang memperlihatkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara tanaman kentang yang diberi POM + *biofertilizer* (A) dengan tanaman kentang tanpa *biofertilizer* (B). Data hasil pengamatan keragaan tanaman pada umur 14 hst ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah batang umur 14 hst

No.	Parameter	Perlakuan	
		A	B
1.	Jumlah anakan	2,67 a*	2,33 a
2.	Tinggi tanaman (cm)	23,97 a	22,82 a
3.	Jumlah daun	151,00 a	168,50 a
4.	Jumlah batang	21,00 a	16,17 a

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$)

Tabel 3 menjelaskan bahwa perlakuan A menghasilkan berat umbi yang lebih tinggi (29,13 g) dibanding dengan tanaman kentang yang diberi perlakuan B (28,00 g). Walaupun demikian kedua jenis perlakuan itu termasuk dalam kelas umbi S dengan kriteria ukuran 10-30 g/umbi atau grade C. Menurut Hendrata

(2008), tidak adanya beda nyata pada seluruh parameter keragaan tanaman antara perlakuan A dan B disebabkan oleh tingkat tanggap tanaman yang sama terhadap penyerapan unsur hara dari dalam tanah. Kebanyakan penelitian tentang biofertilizer memperlihatkan tanaman inang mendapatkan keuntungan karena perbaikan dalam memperoleh hara mineral (Hadi *et al.*, 1976). Keadaan cuaca yang sesuai pada saat pengkajian serta ditunjang dengan pemeliharaan yang tepat, memungkinkan tanaman kentang dapat tumbuh secara optimal.

Produktivitas

Tabel 4 menunjukkan data jumlah umbi, berat umbi, dan kelas umbi pada perlakuan A dan B yang tidak berbeda nyata. Namun demikian, perlakuan A memiliki berat umbi yang lebih tinggi yakni 29,13 g dibanding perlakuan B yang hanya 28,00 g.

Tabel 4. Jumlah umbi, berat umbi, dan kelas umbi pertanaman kentang

No.	Parameter	Perlakuan	
		A	B
1.	Berat umbi (gram)	29,13 a*	28,00 a
2.	Kelas umbi	S	S
3.	Jumlah umbi	9,67 a	10,00 a

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$)

Produksi kentang yang berkualitas, selain karena faktor lingkungan yang sesuai (adaptif), diduga berkaitan juga dengan ketersediaan unsur hara dari bahan organik yang matang, sehingga relatif lebih lengkap dan siap digunakan oleh tanaman. Pada dasarnya unsur hara yang diperlukan bagi tanaman tidak harus dalam jumlah besar, namun yang terutama adalah bahwa keberadaan hara minimum dalam tanah yang perlu ditambahkan dapat memenuhi kebutuhan tanaman (Masyhudi *et al.*, 2005).

Waktu yang tepat untuk penanaman tanaman kentang adalah pada saat musim kemarau, namun tidak menutup kemungkinan penanaman yang dilakukan pada musim penghujan (diluar musim), hanya produksinya tentu akan lebih rendah jika dibandingkan dengan penanaman yang dilakukan pada musim kemarau. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan agroklimat pada musim kemarau dan musim penghujan. Penanaman kentang di musim penghujan akan memberikan hasil yang rendah, baik mutu maupun jumlahnya, karena pada musim penghujan sinar matahari sangat berkurang, keadaan ini sangat mempengaruhi fotosintat yang terbentuk. Selain itu saat musim penghujan, tingkat serangan hama dan penyakitnya relatif tinggi, sehingga perlu perawatan yang intensif. Oleh karena itu pengendalian hama dan penyakit yang efisien dan

efektif dengan perpaduan praktek-praktek PHT yang kompatibel masih sangat diperlukan untuk dapat menekan intensitas hama dan penyakit yang muncul.

Pengendalian hama terpadu untukantisipasi serangan hama penyakit

Langkah awal praktek pengendalian hama terpadu (PHT) berupa introduksi probiotik sebagai agen pemicu proses pembuatan pupuk organik. Pupuk organik yang benar-benar matang atau “jadi” akan mencegah terjadinya serangan berat hama dan penyakit-penyakit terbawa tanah (*soil borne diseases*). Terbukti dari hasil pengamatan bahwa tidak ditemukan penyakit busuk leher batang, busuk umbi dan layu fusarium. Selain itu, hama uret (larva ordo *Coleoptera*) yang biasa ditemukan terbawa pupuk kandang/organik tidak ditemukan pada pengkajian ini. Pengolahan tanah yang dilakukan secara sempurna (2 x olah tanah, dicangkul & dibalik) juga menjadi kunci keberhasilan penanaman kentang di dataran medium.

Penyakit utama yang ditemukan pada pertanaman kentang adalah *Alternaria solani* (busuk kering). Intensitas serangannya relatif ringan karena penggunaan *biofertilizer* di awal pertanaman ternyata menambah vigor tanaman sehingga tidak mudah terserang penyakit. Intensitas penyakit busuk kering pada tanaman kentang dan perhitungan keefektifan relatif pengendalian (KRP) secara keseluruhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Intensitas penyakit busuk kering dan keefektifan relatif pengendalian

Perlakuan	Rerata IP (%)	KRP (%)	Kategori
A	5 b*	-	Sangat Efektif
B	34,5 a	85,50	-

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$)

Rerata intensitas serangan penyakit busuk kering pada pertanaman kentang kontrol (B) sebesar 34,50%, sedangkan rerata intensitas serangan pada petakan perlakuan A (*biofertilizer*) 5%. Gejala infeksi dimulai dengan menguningnya tulang daun. Daun menjadi kuning, mengering dan mengerut sempit. Semakin lama daun gugur bersamaan dengan matinya tanaman. Adanya beda nyata antara perlakuan A dan B pada pertanaman kentang diantaranya dikarenakan introduksi *biofertilizer*, yang dapat memudahkan tanaman dalam penyerapan unsur P dari dalam tanah, sehingga menginisiasi sistem imun dalam sel tanaman. Penggunaan pupuk organik yang matang pada perlakuan B ternyata belum cukup untuk menekan intensitas serangan penyakit busuk kering (*Alternaria solani*) karena patogen penyebab penyakit ini tidak hanya menyebar melalui tanah (*soil borne patogent*) tetapi juga dapat menyebar melalui udara (*air*

borne pathogen), sehingga spora pada tanaman sakit mudah menyebar ke tanaman lain yang ada di sekitarnya.

KESIMPULAN

1. Strategi pengendalian yang dianjurkan diantaranya introduksi pupuk organik majemuk (POM); penggunaan biofertilizer untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan *soil borne disease*, melakukan praktek budi daya tanaman yang sehat; melakukan monitoring serangan OPT sebelum mengambil langkah pengendalian, serta menjaga kelestarian keberagaman musuh alami.
2. *Biofertilizer* berupa jamur endofitik seperti mikoriza mampu menekan perkembangan intensitas penyakit utama kentang (*Alternaria solani*) hingga 5% dengan kriteria pengendalian efektif (85,50%).
3. Tanaman kentang yang diberi perlakuan POM + *biofertilizer* (A) memiliki jumlah anakan maupun jumlah batang yang lebih banyak dibandingkan dengan kentang yang tidak diberi perlakuan *biofertilizer* (B).
4. Perlakuan A dan B tidak berbeda nyata pada komponen pertumbuhan maupun komponen panen, walaupun secara kuantitatif perlakuan A memiliki nilai rerata yang lebih tinggi dibanding perlakuan B.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Supriyanto, SP sebagai PPL di BPP Pakem, Sleman; Bapak Heri Basuki Raharjo, SST sebagai detaser di lokasi Prima Tani Sleman; dan Bapak Reki Hendrata, SP yang telah membantu dalam pengumpulan data keragaan tanaman di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, B. 1996. Budi daya intensif tanaman kentang. Teknik Pengembangan. Analisis Kelayakan. Potensi Pasar. hlm. 13–14.
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. 1995. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 1992 Tentang Sistem Budi daya Tanaman. Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian, 112 hlm.
- Gardner, FP., RB. Pearce, and RL. Mitchell. 1985. Physiology of crops plants. Terjemahan Herawati Susilo, 1991. Fisiologi Tanaman Budi daya. UI Press. Jakarta.

- Hadi S, R Suseno, dan J Sutakaria. 1976. Patogen Tanaman dalam Tanah dan Perkembangan Penyakit. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harmastini. 2005. Pembangunan Kawasan Lahan Berpasir di Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan. Laporan Kemajuan IPTEKDA. Puslit Bioteknologi-LIPI Cibinong. (Tidak dipublikasikan)
- Hendrata R dan T Martini. 2008. Penggunaan mikoriza pada tanaman kentang di dataran medium DIY. Makalah Seminar Nasional dalam rangka Pekan Kentang Nasional di Balai Penelitian Sayuran, Lembang, Agustus 2008. (Tidak dipublikasikan)
- Masyhudi MF, Tri Martini, R Hendrata dan EW Wiranti. 2005. Pembangunan Kawasan Lahan Berpasir di Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan. Laporan Hasil Kegiatan Kerjasama IPTEKDA LIPI. BPTP Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Mulyadi. 2003. Pengendalian nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*). Lokakarya nematoda sista kuning di Yogyakarta. Puslitbang Hortikultura. (Tidak dipublikasikan)
- Samadi, B., 1997. Usaha tani kentang. Penerbit Kanisius. hlm. 18–19.
- Setiadi dan Fitri S. N. 2003. Kentang. Varietas dan Pembudidayaan. hlm. 9–10
- Sukar, Sutardi, Endang WW, dan Tri Martini, 2005. Teknologi penangkaran benih kentang dataran medium. Disampaikan pada kegiatan Aplikasi Paket Teknologi Pertanian di BPTP Yogyakarta. 12 hlm. (Tidak dipublikasikan)
- Suwanto A. 1994. Mikroorganisme untuk biokontrol: strategi penelitian dan penerapan dalam bioteknologi pertanian. Agrotek 2: 40–46.
- Unterstenhoffer G. 1976. The basic principles of crop protection field trials. Leverkusen: Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer AG.

WILAYAH PRIMATANI KABUPATEN KERINCI SEBAGAI SALAH SATU MODEL PENGELOLAAN LAHAN POTENSIAL UNTUK PENGEMBANGAN KOMODITAS SAYURAN DATARAN TINGGI

Suratman¹⁾ dan A. Kasno²⁾

¹⁾ Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Litbang Sumber Daya
Lahan Pertanian dan ²⁾ di Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Kegagalan program pertanian sering kali disebabkan oleh kurangnya data dan informasi sumber daya lahan. Dengan mengetahui karakteristik biofisik lahan dapat diketahui potensi lahannya. Prima Tani yang merupakan suatu program untuk mempercepat penyampaian informasi inovasi baru kepada masyarakat telah dilakukan Program Primatani di wilayah desa Pelompek, Kec. Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Wilayah ini berada pada agroekosistem lahan kering dataran tinggi iklim basah (LKDTIB) yang sesuai sebagai salah satu model pengelolaan lahan potensial untuk pengembangan komoditas sayuran dataran tinggi. Penggunaan lahan di wilayah ini sebagian besar (93,66%) merupakan lahan usaha pertanian, yang didominasi oleh tanaman sayuran dataran tinggi terutama kentang, kobis, cabai, dan wortel. Untuk kualitas dan kelangsungan/ ketahanan (*sustainability*) potensi lahannya masih diperlukan saran pembenahan dan masukan teknologi dalam pengelolaannya. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik lahan sebagai berikut: iklim tidak terlalu basah, elevasi >700 m dpl., termasuk dataran tinggi, *landform* terdiri atas grup aluvial, kipas vulkan, dan lereng stratovulkan, relief datar hingga berbukit, tanah dominan terbentuk dari bahan vulkan dan endapan mempunyai karakteristik pH dan kejenuhan basa cenderung tinggi, konsistensi gembur, dan tingkat kesuburan tergolong sedang sampai tinggi. Kondisi ini sangat mendukung untuk pengembangan komoditas pertanian dataran tinggi khususnya sayur-sayuran. Namun demikian manajemen yang dilakukan di wilayah ini yang mengikuti kebiasaan petani secara turun temurun yang masih perlu mendapat dukungan teknologi yang lebih tepat. Beberapa saran rekomendasi teknologi yang sesuai di wilayah ini antara lain: pengaturan penanaman berdasarkan tingkat kemiringan lahan perlu dilakukan, pada lahan yang kemiringannya > 25% disarankan ditanami tanaman tahunan seperti kayu manis. Pola tanam tiap musim tanam disusun agar tidak sefamili, hal ini dilakukan untuk mengurangi atau memutus perkembangan hama dan penyakit yang ada. Benih tanaman sayuran digunakan yang bermutu, jangan berasal dari daerah yang berendemi hama atau penyakit tertentu. Untuk mengurangi masuknya hama dan penyakit dari daerah lain perlu pengembangan benih swadaya petani setempat.

PENDAHULUAN

Kegagalan program pertanian sering kali disebabkan oleh kurangnya data dan informasi sumber daya lahan. Dengan mengetahui karakteristik biofisik lahan dapat diketahui potensi lahannya. Program rintisan dan akselerasi pemasyarakatan inovasi teknologi pertanian (Primatani), merupakan suatu model atau konsep sebagai perangkat diseminasi teknologi untuk mempercepat penyampaian informasi inovasi baru kepada masyarakat (Badan Litbang Pertanian, 2004). Telah dilakukan Primatani di wilayah desa Pelompek, Kec. Gunung Tujuh, Kab. Kerinci, Provinsi Jambi, berada pada agroekosistem lahan kering dataran tinggi iklim basah (LKDTIB). Lokasi ini sesuai sebagai salah satu model pengelolaan lahan potensial untuk pengembangan komoditas sayuran dataran tinggi. Penggunaan lahan di wilayah ini sebagian besar (93,66%) merupakan lahan usaha pertanian, yang didominasi oleh tanaman sayuran dataran tinggi terutama kentang, kobis, cabai, dan wortel (Khairil *et al.* 2007).

Data dan informasi sumber daya tanah/lahan (*soil/land resources*) sebagai salah satu komponen utama sumber daya alam, mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan program pengembangan agribisnis dan pertanian pada umumnya. Kondisi biofisik lahan suatu wilayah yang sudah sesuai untuk pengembangan suatu komoditas, agar tetap terpelihara kualitas dan kelangsungan/ketahanan (*sustainability*) potensi lahannya diperlukan saran pembenahan dan masukan teknologi dalam pengelolaannya. Dengan mengetahui karakteristik dan potensi lahannya, maka dapat dilakukan suatu perubahan/pembenahan untuk memperbaiki sistem pertanian tradisional ke arah pertanian tangguh, dimana sifat saling ketergantungan dan saling mendukung, serta persaingan yang sehat dapat ditumbuhkembangkan.

Pertanian yang produktif dan lestari memerlukan sarana dan prasarana yang dapat diandalkan, tidak cukup hanya mengandalkan cara-cara tradisional yang secara turun temurun dilaksanakan tanpa memperhatikan kondisi lingkungan yang khas daerah tersebut. Oleh karena itu masukan teknologi yang bisa mengakomodir kemajuan teknologi, sesuai dengan kondisi biofisik lahannya, serta diperlukan untuk mendukung optimalisasi pengelolaan sumber daya lahannya.

Tiap wilayah mempunyai potensi produksi komoditas pertanian yang berbeda, tergantung pada kualitas sumber daya lahannya, keterampilan sumber daya manusianya, dan modal. Maka dari itu, pemilihan komoditas diharapkan mampu membentuk usaha tani berdasarkan wilayah-wilayah kelompok komoditas berproduksi secara optimal, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Kajian data yang dipergunakan untuk penulisan makalah ini berupa data sekunder yang berasal dari berbagai sumber data maupun peta, maupun data primer yang dikaji langsung di lapangan. Data dan peta-peta pendukung terdiri atas: (a). Peta rupabumi *hard copy* skala 1:50.000 lembar Jambi (0814-24); (b). Peta geologi skala 1:250.000, lembar Painan (0814); (c). Data iklim (curah hujan, temperatur, dan kelembapan udara); (d). Laporan PRA Desa Pelompek, Kecamatan Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci; Peralatan dan bahan untuk interpretasi citra satelit adalah: OH-pen, plastik transparan, komputer PC dengan program ARCVIEW, ARCINFO, ERMAPPER, ENVI, formulir lapang, bor tanah, bor kesuburan tanah, buku *Munsell Soil Color Chart*, kompas, GPS (*Global Positioning System*), pH-Truogh/pH Merck, kantong plastik dan label, skop, dan cangkul serta perangkat uji sawah kering (PUTS) dan perangkat uji tanah kering (PUTK) (Khairil, *et al.*, 2007).

Kajian data sekunder

Pengkajian data sekunder dilakukan dengan *desk work*, dengan melakukan kompilasi berbagai data dan peta. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengumpulkan data-data hasil penelitian terdahulu maupun data dukung yang sudah ada. Kegiatan ini dalam rangka mempersiapkan konsep peta kerja lapangan dengan membuat peta dasar sekaligus peta analisis Satuan Lahan dengan komponen *landform*, litologi, relief, lereng, dan elevasi. Penyusunan Peta Satuan Lahan menggunakan pendekatan analisis *terrain* menggunakan *landform* sebagai dasar untuk menyusun satuan lahan. Klasifikasi *landform* mengacu pada Laporan Teknis LREPP II No.5 (Marsoedi *et al.*, 1997 dan Desautnettes *et al.*, 1977) dan LREP I (Buurman and Balsem, 1990).

Kajian data primer

Kajian data primer dilakukan langsung di lapangan. Kajian data ini bersifat verifikasi dari data dan peta kerja yang sudah dipersiapkan sebelumnya dalam *desk work*. Penelitian di lapangan meliputi pengamatan tanah, lingkungan, sumber daya air, dan kesuburan tanah. Penelitian lapangan diarahkan untuk penentuan rekomendasi penggunaan lahan dan teknologi sumber daya lahan. Pengamatan tanah dan menggunakan pendekatan *transek*, yang ditentukan berdasarkan pertimbangan adanya variasi *landform*, bahan induk, relief/lereng, *landuse*, dan aksesibilitasnya. Pengamatan tanah dan lingkungan lebih diutamakan yang dikaitkan dengan kendala lahan untuk pengembangan komoditas pertanian. Selain itu juga dilakukan kajian sumber daya air termasuk potensi iklim.

Analisis data

Pengolahan data meliputi data lapangan dan data laboratorium. Data hasil analisis laboratorium digunakan untuk melengkapi penilaian kesesuaian lahan dan kesuburan tanah, dan fisika tanah. Kegiatan evaluasi lahan dilakukan secara manual dengan melakukan *matching*, yaitu dengan cara membandingkan antara sifat dan karakteristik tanah dengan persyaratan tumbuh tanaman. Metode penilaian kesesuaian lahan menggunakan kerangka FAO (1976), dan kriteria kesesuaian lahan mengacu pada Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (Djaenudin *et al.*, 2003), dilakukan analisis secara komputerisasi berdasarkan Metode *Automated Land Evaluation System* (Rossiter and Wambeke, 1997). Masukan teknologi diberikan dengan berbagai pertimbangan kondisi fisik lahan termasuk kesuburan tanah, serta pengelolaan lahannya. Pedoman kesuburan tanah dengan melihat kadar P dan K dengan tingkatan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria penilaian status hara P dan K

Status	Kriteria Penilaian (ekstrak HCl 25 %)	
	mg P ₂ O ₅ /100 g tanah	mg K ₂ O/100 g tanah
Rendah	< 20	< 10
Sedang	20 – 40	10 – 20
Tinggi	> 40	> 20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rona Wilayah

Lokasi dan perhubungan

Lokasi karakterisasi calon desa yang akan dijadikan lahan prima tani terletak di desa Pelompek, Kec. Gunung Tujuh, Kab. Kerinci, Provinsi Jambi, termasuk agroekosistem LKDTIB. Desa tersebut berada ketinggian sekitar 1.400-1.500 m dpl, dengan penciri alam berupa Gunung Kerinci. Aksesibilitas menuju ke desa sangat baik, berupa jalan aspal antara Kerinci-Padang.

Penggunaan lahan

Penggunaan lahan desa tersebut terbagi menjadi lahan permukiman dan lahan usaha pertanian, terutama bertanam sayuran dan tanaman tahunan, dan merupakan lahan kering antara lain: adalah ubi jalar, kopi, jagung, bawang daun, bawang merah, buncis, tomat, tembakau, jahe, dan jeruk purut.

Iklim dan hidrologi

Berdasarkan Peta Zona Agroklimat, seluruh wilayah Desa Pelompek terdapat 1 bulan basah (Desember) dan 6 bulan kering yang berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman, termasuk dalam Zona Agroklimat D yang termasuk agak kering untuk keperluan sumber dominan *landform* daya air. Di wilayah ini juga mengalir Sungai Batang Sangir sebagai sumber daya hidrologi pada wilayah bawah selain juga sumur. Pada lahan yang tinggi (lereng atas dan tengah) memanfaatkan mata air dan air hujan (Oldeman and Darmiyati, 1979).

Landform dan bahan induk

Landform dan bahan induk tanah merupakan komponen penting dalam satuan lahan yang penting sebagai dasar penilaian potensi lahan suatu wilayah. Wilayah ini didominasi *landform* Vulkan, yang terdiri atas: dataran vulkan datar hingga agak berombak, lereng bawah dan kaki stratovulkan, dan lereng tengah stratovulkan mulai dari wilayah dataran datar (lereng <3%) sampai perbukitan (lereng >40%). Sedangkan di sekitar sungai merupakan *landform* Aluvial yang terdiri atas dataran banjir sungai, jalur aliran sungai dan depresi aluvial datar (lereng <3%).

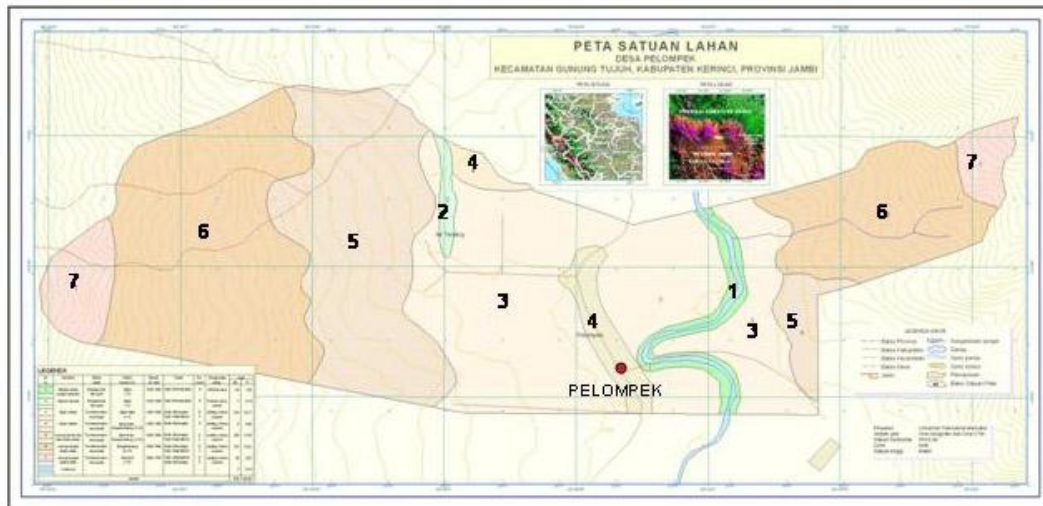
Tanah

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Painan dan bagian Timur laut Lembar Muara siberut, Sumatera (0814 - 0714) (Rosidi, *et.al.*, 1994), wilayah penelitian terdiri atas dua Formasi Geologi yaitu Formasi QI (Endapan Danau) dan Formasi Qyl (Lava). Formasi QI terdiri atas lanau, pasir, lempung, lumpur, dan kerikil. Sedangkan Formasi Lava terdiri atas breksi gunung api, lahar, breksi tuf dan tuf, bersusunan basalt sampai andesit yang berasal dari Gunung Kerinci dan Gunung Tujuh. Dari formasi ini membentuk berbagai klasifikasi tanah.

Wilayah di sepanjang jalur aliran Sungai Pelompek tersebar tanah basah yang berdasarkan Klasifikasi Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2006) termasuk *Typic Endoaquepts (Gleisol Distrik)*, tanah sedang sampai dalam, tekstur halus, drainase sangat terhambat, dan pH masam. Sedangkan di wilayah *landform* vulkan terdapat tanah *Typic Hapludands (Andosol Eutrik)* dan *Andic Eutrudepts (Kambisol Eutrik)*. *Typic Hapludands (Andosol Eutrik)* mempunyai karakteristik kedalaman tanah sedang hingga sangat dalam, tekstur halus, pH agak masam hingga netral, dan yang khas dari tanah ini mempunyai sifat fisik yang baik, tanah sangat gembur dengan tingkat kesuburan yang relatif baik. Sedangkan *Andic Eutrudepts (Kambisol Eutrik)* mempunyai karakteristik: sifat-sifat tanah Andosol hanya terdapat di lapisan atas saja. Sedangkan lapisan bawah relatif lebih teguh dan pada umumnya kedalaman tanah cenderung lebih dangkal. Tanah ini menempati wilayah sampai lereng tengah vulkan dengan kelerengan hingga 15%.

Tabel 2. Satuan lahan di wilayah penelitian

NO SL	LANDFORM	BAHAN INDUK	RELIEF / LERENG	ELEVASI (m. dpl)	TANAH	PRO- PORSI	PENGGUN. LAHAN	LUAS	
								HA	%
1.	Dataran banjir sungai meander	Endapan liat dan pasir	Datar / <3%	1300-1500	Typic Endoaquepts	P	Rumput rawa	20	1,98
2.	Depresi Aluvial	Endapan liat dan pasir	Datar / <3%	1300-1500	Typic Endoaquepts	P	Rumput rawa, sawah	7	0,74
3.	Kipas volkan	Tuf intermedier , lava basal	Agak Datar / 1-3%	1300-1500	Andic Eutrudepts Typic Hapludands	D F	Ladang, kebun sayuran	352	35,71
4.	Kipas volkan	Tuf intermedier , lava basal	Berombak - bergelombang / 3-15%	1300-1500	Andic Eutrudepts	P	Ladang, kebun sayuran	8	0,86
5.	Lereng bawah dan kaki stratovolkan	Tuf intermedier , lava basal	Berombak - bergelombang / 3-15%	1400-1600	Andic Eutrudepts Typic Hapludands	D F	Ladang, kebun sayuran	208	21,08
6.	Lereng tengah stratovolkan	Tuf intermedier , lava basal	Bergelombang / 8-15%	1500-1600	Andic Eutrudepts Typic Hapludands	D F	Ladang, kebun sayuran	333	33,81
7.	Lereng tengah stratovolkan	Tuf intermedier , lava basal	Berbukit / >15%	1600-1750	Typic Hapludands Andic Eutrudepts	D F	Ladang, kebun sayuran	50	5,07
8.	Permukiman/ Kota	-	-	-	-	-	-	7	0,74
TOTAL								986	100,00



Potensi Lahan

Kesesuaian lahan

Penilaian kesesuaian lahan mengacu pada Djaenudin *et. al.*, (2003) terhadap beberapa komoditas sayuran dataran tinggi, antara lain: kentang, kobis, cabai, wortel, dan kayu manis. Evaluasi lahan didasarkan pada kondisi biofisik lahan (tanah dan lingkungan) yang di padukan (*overlay*) dengan persyaratan tumbuh tanaman, dengan klasifikasi kesesuaian lahan: sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N).

Tabel 3. Kesesuaian lahan komoditas pertanian di wilayah penelitian

No Satuan Peta	Ladform, Bentuk wilayah	Kelas kesesuaian lahan untuk komoditas sayur-sayuran					Luas	
		Ken- tang	Kobis	Cabai	Wortel	Kayu manis	Ha	%
1.	Aluvial-dataran banjir	N oa	N oa	N oa	N oa	N oa	20	1,98
2.	Depresi aluvial	N oa	N oa	N oa	N oa	N oa	7	0,74
3.	Kipas vulkan, datar- agak datar	S1	S1	S1	S1	S1	352	35,71
4.	Kipas vulkan, berombak- bergelombang	S2 eh	S2 eh	S2 eh	S2 eh	S2 eh	8	0,86
5.	Lereng bawah stratovulkan, berombak	S2 eh	S2 eh	S2 eh	S2 eh	S2 eh	208	21,08
6.	Lereng tengah stratovulkan, bergelombang	S3 eh	S3 eh	S3 eh	S3 eh	S2 eh	333	33,81
7.	Lereng tengah stratovulkan, berbukit	N eh	N eh	N eh, tc	N eh	S3 eh	50	5,07
8.	Permukiman/ Kota						7	0,74
Jumlah							986	100,00

Keterangan: S1 = sangat sesuai; S2 = cukup sesuai; S3= sesuai marginal, dan N = tidak sesuai.
oa = ketersediaan oksigen, rc = kondisi media perakaran/gambut, eh = bahaya erosi, nr = retensi hara/pH, tc = temperatur/elevasi

Dari hasil evaluasi kesesuaian lahan berbagai komoditas pertanian, lahan yang dapat dikembangkan untuk komoditas pertanian unggulan di Desa Pelompek seluas 959 ha (97,28%), sedangkan sisanya 27 ha (2,72%) tidak dapat dikembangkan untuk pertanian, karena merupakan tubuh air dan daerah sepanjang aliran sungai sebagai daerah sempadan sungai (Tabel 4).

Arahan pengembangan pertanian

Arahan pengembangan komoditas pertanian merupakan hasil dari evaluasi lahan dengan mempertimbangkan komoditas pertanian unggulan, dan penggunaan lahan saat ini. Arahan penggunaan lahan tersebut di kelompokkan menjadi beberapa kelompok penggunaan lahan yaitu: PS = sawah, TS = tanaman semusim, TT= tanaman tahunan, KC= kebun campuran, dan KK= kawasan konservasi (Tabel 4).

Tabel 4. Arahan pengembangan komoditas pertanian di wilayah penelitian

NO SP	Sim bol	Arahan penggunaan lahan	Alternatif komoditas	Alternatif teknologi	Luas	
					ha	%
2	PS	Sawah	Sawah, perikanan	Pola tanam dan Jadwal tanam Pemupukan Pengelolaan BO Konservasi tanah	7	0,74
3, 4, 5, 6	TS	Tanaman semusim	Kentang, kubis, cabai, wortel, kayu manis,	Pola tanam dan Jadwal tanam Pemupukan Pengelolaan BO Konservasi tanah	902	91,47
7	TT	Tanaman tahunan	Kayu manis	Pola tanam dan Jadwal tanam Pemupukan Pengelolaan BO Konservasi tanah	50	5,07
1	KK	Kawasan konservasi (jalur aliran sungai)	-	-	20	1,98
	X	Tubuh air sungai	-	-	7	0,74
TOTAL					986	100,00

Masukan teknologi

Manajemen lahan yang dilakukan petani:

Beberapa kondisi pengelolaan lahan yang ada di wilayah ini sudah benar, antar lain: sayuran ditanam dalam bedengan yang dibuat memotong lereng, hal ini merupakan tindakan konservasi yang baik. Selain itu tanah diusahakan terus menerus, dengan demikian tanah selalu tertutup dan air hujan tidak langsung kena tanah. Pembuatan saluran air antar bedengan juga dilakukan memotong lereng dan air dialirkan ke saluran yang digunakan sebagai tampungan air.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa petani sudah menerapkan tindakan konservasi tanah.

Namun demikian sebagian petani belum menerapkan konservasi pengaturan kemiringan lahan, pemanfaatan pupuk organik, pemilihan bibit yang berkualitas, takaran pemupukan yang belum baik, belum memanfaatkan tanaman konservasi (cover crop, tanaman legum), belum menerapkan pola tanam yang tidak sefamili, pengelolaan sumber air belum optimal, serta masih melakukan perambahan hutan yang sebetulnya merupakan lahan konservasi.

Masukan teknologi pengelolaan beberapa komoditas sayuran dataran tinggi:

Pengelolaan beberapa komoditas sayuran di wilayah ini sesuai dengan kondisi biofisik lahannya adalah sebagai berikut:

1. **Kentang** umumnya ditanam tanpa bedengan terlebih dulu, dengan jarak tanam 80 cm x 25-30 cm. Umumnya petani tidak memberi pupuk kandang dan dolomit (pada petani maju, lahan diberi 20 t pupuk kompos dan 1 t dolomit/ha, sebulan sebelum tanam). Varietas yang digunakan Cipanas dan Pranolo. Petani pada umumnya, saat tanam diberikan 750 kg ha⁻¹ pupuk campuran (NPK: ZA: SP-36 = 2:1:1), ada juga petani yang memberi 800 kg ha⁻¹ pupuk campuran (SP-36: ZA: KCl = 2:1:1), sedangkan pada petani maju diberi 80 g NPK (30-20-40). Pada saat pembumbunan (30 HST) diberikan 750 kg ha⁻¹ pupuk campuran (NPK: ZA: SP-36 = 1:1:1), ada juga petani yang memberi 800 kg ha⁻¹ pupuk campuran (SP-36: ZA: KCl = 2:1:1), sedangkan petani maju memberikan 45 g NPK (30-20-40). Pada petani umumnya tidak diberikan lagi pupuk tambahan, sedangkan pada petani maju, sejak umur 2 minggu hingga umur 45 hari, ada yang memberi PPC dua kali seminggu, dan ada pula yang memberi pupuk NPK (30-10-10) dengan takaran 1 kg ha⁻¹ per 3-4 hari (2x/seminggu). Pemberian pupuk dalam bentuk cairan, 1 kg pupuk dilarutkan dalam 200 l air. Pada fase generatif (umur 45-75 HST), dilakukan pemberian 1 kg pupuk NPK (15-15-15) dan 1 kg PK (15-46). Pemberian dalam bentuk pupuk yang dilarutkan (dilarutkan dalam 200 l air), dengan frekuensi dua kali seminggu. Hama penyakit yang menyerang dikendalikan dengan pestisida sejak dini secara intensif. Panen dilakukan setelah berumur 3-4 bulan, dengan hasil berkisar 15-30 t ha⁻¹. Harga jual rata-rata Rp 2.000 kg⁻¹.
2. **Kubis** ditanam umumnya setelah kentang atau cabai (setelah 15 hari panen terakhir), dimaksudkan untuk memutus siklus hama penyakit, dan ini dilakukan pada lahan datar hingga berombak (<15%), sedangkan pada lahan berbukit-bergelombang jarang ditanam kubis. Pada penanaman kubis diberi 1,25 t ha⁻¹ dolomit, sedangkan petani maju tidak memberikan pupuk kandang

dan dolomit (efek residu pada kentang). Bedengan dibuat dengan ukuran lebar 1 m dan tinggi 30 cm (namun ada juga lebar 30 cm dan tinggi 20 cm). Jarak tanam yang digunakan adalah 50 cm x 40 cm, dengan varietas Grant atau hibrid. Pada saat tanam tidak diberi pupuk, sedangkan pada petani maju diberi 60 g pupuk campuran (25% urea-10% SP-36-65% KCl) per tanaman. Pada umur 15 hari diberi 750 kg/ha pupuk campuran (NPK: ZA: SP-36 = 1:1:1), sedangkan petani maju tidak diberi pupuk. Selain itu, sejak umur 15 hari hingga 15 hari sebelum panen, diberikan pupuk daun (1 l/ha) setiap minggu. Pada petani maju, umur 40-45 HST diberi 25 g pupuk campuran (25% urea-10% SP-36-65% KCl) per tanaman. Pada fase vegetatif (1-6 MST) diberi 1 kg pupuk NPK (30-10-10) per ha, yang dilarutkan 200 l air. Penyemprotan dilakukan seminggu sekali. Pada fase generatif (45-75 HST), diberi 5 kg pupuk NPK (6-32-35) per ha, yang dilarutkan pada 1.000 l air. Penyemprotan dilakukan setiap minggu. Hama penyakit yang menyerang dikendalikan dengan pestisida sejak dini secara intensif. Panen dilakukan pada umur 75-90 hari, dengan hasil 25-40 t/ha. Harga jual tergantung kualitas, berkisar Rp 300-500 kg⁻¹.

3. **Cabai** secara umum, pada lahan datar-berombak (<15%), cabai ditanam setelah kubis, sedangkan pada lahan berbukit-bergunung (>15%), cabai ditanam setelah kentang. Walaupun demikian, adapula petani yang menanam secara tumpang sari sekaligus dalam satu bedengan (cabai-kentang atau cabai-bawang). Cabai ditanam di atas bedengan berukuran lebar 1 m dan tinggi 30-35 cm (tinggi pertama 15 cm, kemudian setelah pengadukan dengan perlakuan pupuk sebelum tanam menjadi 30-35 cm). Jarak tanam yang digunakan 60-65 cm x 40-60 cm. Di atas bedengan, para petani maju memberi kompos atau pupuk kandang (dari kotoran sapi) 35-40 t/ha sebulan sebelum tanam, kemudian diaduk rata, sedangkan para petani yang kesulitan mencari pupuk kandang atau kurang modal, tidak memberikan kompos/pukan. Sekitar 15-21 hari sebelum tanam diberi 1-3,3 t dolomit ha⁻¹ dan diaduk rata. Beberapa hari sebelum tanam, bedengan tersebut diberi lagi 750 kg/ha pupuk campuran (NPK: ZA: SP-36 = 1:1:1), ada juga yang memberi dengan 800 kg/ha (campuran ZA: SP-36: KCl: NPK Mutiara: NPK Poskha = 1:1:1:1:1), sedangkan petani maju diberi 100 g/batang pupuk campuran (25% urea, 20% SP-36, 40% KCl, 5% S, 3% MgO). Sehari sebelum tanam, dipasang mulsa plastik yang dilubangi sesuai jarak tanam dengan sistem segitiga (atau sistem lainnya, sesuai tumpang sari yang diinginkan petani), ditanam cabai varietas lokal/hibrid. Pada umur 1-4 bulan diberi pupuk 4 kg NPK Hydro Complex Grower 16-6-21 (S) dan 2 kg Plus Boron dalam bentuk larutan untuk 1.000 tanaman (dilarutkan dalam 200 l air), ada juga yang hanya menyemprot dengan pupuk mikro Santa Mikro sebulan

sekali. Pada petani maju, untuk umur 2 MST, diberi 5 kg pupuk NPK (25-7-7) per 2.000 batang (dilarutkan 200 l air); pada umur 4 MST diberi 1 kg pupuk Multi NP dan 1 kg Grand K per 2.000 batang (dilarutkan dalam 200 l air). Pada fase generatif (> 45 HST hingga 15 hari sebelum panen terakhir) diberi pupuk daun Gandasil setiap 15 hari, sedangkan pada petani maju diberi 10 kg pupuk campuran {7 kg NPK (16-16-16) + 1 kg Multi PK (15-46) dicampur dan dilarutkan dalam 200 l air untuk 2.000 batang tanaman}, diberikan setiap bulan. Hama penyakit dikendalikan dengan pestisida sejak dini secara intensif. Hasil rata-rata 0,5-0,6 kg/batang/musim, sedangkan pada petani maju mampu menghasilkan 0,8 kg/pohon/musim. Harga jual tergantung musim, rata-rata Rp 15.000 kg⁻¹.

4. **Kayumanis** ditanam tanpa jarak tanam (ada juga yang menggunakan jarak 4 m x 4 m), tidak dilakukan pemupukan dan pemeliharaan (ikut mengambil hara dan pembersihan tanaman sayuran), dan merupakan tanaman sangat adaptif dengan lingkungan setempat. Penanaman bisa melalui stek atau membiarkan bekas potongan pohon bagian bawah. Setelah tanaman cukup tua (umur 10-15), pohon ditebang, kulit batang atau cabang dikupas untuk dijual. Produksi kulit kering 3-5 kg pohon⁻¹. Harga jual tergantung kualitas kulit. Tanpa pembersihan dijual dengan harga Rp 2.500 kg⁻¹, sedangkan bila dikupas bersih dijual dengan harga Rp 4.000 kg⁻¹ kering. Untuk mengendalikan lengas tanah pada penanaman cabai dilakukan pemasangan mulsa plastik. Dalam praktiknya mulsa plastik ada juga digunakan untuk tanaman sayuran lainnya seperti bawang dan tomat. Beberapa petani memanfaatkan sumber air (mata air) yang keluar dari tanah untuk menyiram tanaman, selain itu juga petani membuat embung plastik. Brangksan tanaman, ada yang dibiarkan membusuk di atas lahan (kentang), dan ada yang dibakar (cabai). Pada petani maju, gulma-gulma yang tumbuh dan limbah tanaman lainnya (kecuali cabai) dijadikan kompos dengan menambahkan pupuk kandang dan pemberian EM₄. Permasalahan dalam pengembangan pertanian adalah (1) sulitnya mendapatkan benih/bibit kentang yang berlabel sehingga petani memanfaatkan bibit dengan generasi ke 20 atau lebih, dengan daya hasil yang lebih rendah, selain itu belum adanya benih cabai hibrid yang relatif tahan terhadap hama penyakit yang sering menyerang; (2) besarnya serangan hama penyakit sehingga petani melakukan penyemprotan secara intensif dengan pestisida, tanpa memperhatikan ada tidaknya serangan hama penyakit; (3) masih dimanfaatkannya lahan berbukit-bergelombang (>15%) untuk bertanam sayur secara intensif sehingga dapat memunculkan erosi; (4) pembinaan/penyuluhan yang kurang intensif sehingga para petani memberikan pemupukan tanpa memperhatikan kebutuhan tanaman; (5)

belum dimanfaatkan sumber air secara optimal untuk menunjang kebutuhan air tanaman; (6) dukungan modal yang kurang, membuat petani tidak dapat melaksanakan teknologi sesuai anjuran; (7) harga jual yang tidak menentu; dan (8) kurangnya pembinaan terhadap para petani.

Tabel 5. Rekomendasi pemupukan tanaman sayur-sayuran di wilayah penelitian

Komoditas	Satuan takaran	Tanpa BO			KCI	BO	Waktu Aplikasi
		Sumber N		SP-36			
		Urea	ZA				
Kentang	Kg/ha	250	-	300	150	25000	0; 30 hst
Cabai Merah	Kg/ha	200	350	200	150	20000	0; 30 hst
Cabai Kriting	Kg/ha	150	450	300	150	20000	0;30 hst
Kubis	Kg/ha	100	150	250	200	30000	0; 30 hst
Wortel	Kg/ha	300	-	200	125	-	-

Masukan teknologi pengelolaan sumber daya lahan secara umum:

Pengaturan penanaman berdasarkan tingkat kemiringan lahan perlu dilakukan, pada lahan yang kemiringannya >25% disarankan ditanami tanaman tahunan seperti kayu manis selain tanaman budi daya lainnya yang berakar dalam seperti jeruk dan kopi. Kalau dipaksa ditanami tanaman sayuran kaidah konservasi tanah perlu diterapkan, seperti penanaman harus memotong lereng yang disertai pembuatan saluran pembuangan air yang baik guna pengatusan air pada lahan. Selain itu penanaman tanaman legume seperti gamal, lamtoro, crotalaria memotong lereng dapat digunakan sebagai teknik konservasi vegetatif dan bahan hijauannya sebagai sumber bahan organik. Pola tanam tiap musim tanam disusun agar tidak sefamili, hal ini dilakukan untuk mengurangi atau memutus perkembangan hama dan penyakit yang ada. Benih tanaman sayuran digunakan yang bermutu, jangan berasal dari daerah yang berendemi hama atau penyakit tertentu. Untuk mengurangi masuknya hama dan penyakit dari daerah lain perlu pengembangan benih swadaya petani setempat.

Teknologi pengembangan sayuran di wilayah ini dapat dilakukan sebagai berikut:

- Perbaikan saluran air dari mata air untuk penyiraman tanaman sayuran terutama pada musim kering dari sumber.
- Pemupukan dilakukan dengan memasukkan pupuk ke dalam lubang yang dibuat dengan menggunakan tugal atau cangkul serta ditutup dengan tanah.
- Pemupukan urea dan KCI untuk sayuran yang berumur panjang (kentang, wortel, dan cabai) perlu dilakukan 2-3 kali dalam satu musim tanam.

- d. Penggunaan bahan organik perlu dilakukan untuk perbaikan media tumbuh akar tanaman sayuran.
- e. Rotasi tanaman perlu diperhatikan antara sayuran penghasil daun, buah, dan umbi.

Saran masukan teknologi pengelolaan sumber daya air

Sumber air di daerah survei cukup banyak yang berasal dari Gunung Kerinci maupun Gunung Tujuh. Sumber air belum dikelola dengan baik, saat ini distribusi air ke lahan pertanian menggunakan selang plastik tanpa bak penampung. Pengelolaan sumber air ini hanya terbatas, sebagian besar petani lebih menggantungkan dari curah hujan. Pengelolaan air yang baik dengan menggunakan bak penampung, dan selang paralon yang cukup kuat (PVC) sangat baik untuk pengaturan pengairan tanaman pertanian di wilayah ini.

KESIMPULAN

1. Wilayah kerja Primatani Desa Pelompek, Kec. Gunung Tujuh, Kab. Kerinci, Provinsi Jambi termasuk agroekosistem lahan kering dataran tinggi iklim Basah (LKDTIB), merupakan salah satu wilayah yang sangat mendukung sebagai model pengelolaan lahan potensial untuk pengembangan komoditas sayuran dataran tinggi.
2. Karakteristik biofisik lahan didominasi oleh grup *landform* kipas vulkan dan lereng stratovulkan, relief datar (lereng <3%) sampai bebukit (lereng >40%), tanah termasuk ordo Inceptisols yang menurunkan subgrup Andic Eutrudepts dan Typic Hapludands (tanah kering, drainase baik, kedalaman sedang sampai dalam, agak masam dengan sifat fisik baik). Sebagian merupakan *landform* aluvial, relief datar, lereng <3%, tanah Typic Endoaquepts (tanah basah, drainase terhambat, sedang, masam).
3. Lahan yang sesuai untuk tanaman sayuran (kubis, kentang, cabai, wortel) meliputi 97,28%, terdapat pada daerah kipas vulkan datar sampai berombak dan lereng stratovulkan berombak sampai bergelombang. Sedang di daerah aluvial (jalur aliran sungai dan cekungan aluvial) untuk sawah dan perikanan. Wilayah bagian lereng stratovulkan berbukit >25%, disarankan untuk budi daya tanaman kayu manis.
4. Pola pengelolaan lahan yang sudah benar dilakukan oleh petani, antara lain: sayuran ditanam dalam bedengan yang dibuat memotong lereng, pengusahaan lahan yang terus menerus dengan kondisi tanah selalu tertutup dan air hujan tidak langsung mengenai permukaan tanah; telah dibuat tampungan air untuk persediaan air di antara bedengan.

5. Pola pengelolaan lahan yang belum dilakukan sesuai kondisi biofisik lahannya, antara lain: pengaturan tanam sesuai kemiringan lahan, pemanfaatan pupuk organik, pemilihan bibit yang berkualitas, takaran pemupukan belum baik, pemanfaatan tanaman konservasi (*cover crop*, tanaman legum), perlu pengaturan pola tanam agar tidak sefamili, pengelolaan sumber air belum optimal, mulai terjadi perambahan hutan pada areal konservasi.
6. Beberapa saran masukan teknologi:
 - Pengaturan penanaman pada lahan dengan kemiringan >25% dilakukan dengan selektif komoditas, menggunakan teknik serta tanaman konservasi.
 - Penentuan pola tanam dengan pemilihan jenis yang tidak sefamili untuk memutus siklus hama dan penyakit.
 - Pemilihan benih tanaman sayuran yang bermutu.
 - Peningkatan pengelolaan sumber air alami.
 - Melaksanakan teknik pemberian serta kadar pupuk yang benar.
 - Peningkatan penggunaan pupuk organik.
 - Pencegahan perambahan hutan pada areal lahan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2004. Rancangan Dasar. Program Rintisan dan Akselerasi Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (Prima Tani). Badan Litbang Pertanian. Deptan.
- Desaunettes, J. R. 1977. Catalogue of Landform for Indonesia. Examples of Physio-graphic Approach to Land Evaluation for Agriculture Development. AGL/TF/ INS/44, Working paper No.13. Soil Research Institute, Bogor.
- Djaenudin, D., Marwan H, Subagyo H, dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Khairil Anwar, Suratman, dan A. Kasno. 2007. Identifikasi dan evaluasi potensi lahan untuk mendukung Primatani di Desa Pelompek, Kec. Gunung Tujuh, Kab. Kerinci, Provinsi Jambi. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Marsoedi, Ds., Widagdo, J. Dai, N. Suharta, Darul SWP, S. Hardjowigeno, J. Hof., dan E.R. Jordens. 1997. Pedoman klasifikasi landform. LT 5 Versi 3.0. Proyek LREP II, CSAR. Bogor.

- Oldeman, L.R. and Darmiyati. 1979. Agroclimate Map of Sumatera Scale 1: 1.200.000., Central Research Institute for Agriculture. Bogor.
- Rosidi, H.M.D., S. Tjokrosoepetro, B. Pendowo, S. Gafoer, dan Suharsono. (1996). Peta Geologi Lembar Painan dan Bagian Timur Laut Lembar Muarasiberut, Sumatera, (0814-0714) skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Rossiter, D., and Van Wambeke. 1997. Automated land evaluation system (ALES). User's Manual Version 4.6. Cornell University, Ithaca, New York.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy, 10th. Ed. USDA Natural Resources Conservation Service. Washington DC.

KARAKTERISTIK MINERALOGI ANDISOLS DARI BERBAGAI SIFAT DAN UMUR BAHAN INDUK

Rina Devnita

Universitas Padjadjaran Bandung

PENDAHULUAN

Karakteristik mineralogi tanah menentukan berbagai sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Bahan klastika yang berasal dari letusan gunung api menambahkan mineral mudah lapuk ke dalam tanah dan melepaskan berbagai hara. Pelapukannya menghasilkan mineral ordo kisaran pendek seperti alofan, imogolit, ferihidrit, dan Al-humus kompleks.

Tanah yang berkembang dari abu gunung api dapat berasal dari formasi geologi berupa sifat dan umur geologi bahan induk yang berbeda. Akan tetapi tingkat perkembangan tanahnya tidak selalu harus sejalan dengan umur bahan induknya, karena sifat bahan induk mungkin lebih berperan. Bahan induk andesit atau basal mungkin lebih menentukan perkembangan tanah ini dibandingkan umur bahan induk Holosen atau Pleistosen. Tanah yang berasal dari beberapa formasi geologi (sifat dan umur geologi bahan induk) yang berbeda ingin dilihat perkembangannya berdasarkan karakteristik mineraloginya.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian adalah Andisols yang berkembang dari hasil erupsi gunung api dengan beberapa sifat dan umur geologi bahan induk yaitu Andisol hasil erupsi G. Tangkuban Prah (TPR) dengan sifat bahan induk andesit, umur geologi Holosen dan Andisols hasil erupsi G. Tilu (TLU) dengan sifat bahan induk basal, umur geologi Pleistosen. Lokasi penelitian dan berbagai informasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi, sumber erupsi, sifat umur geologi bahan induk Andisols daerah penelitian

Lokasi	Sumber erupsi	Sifat bahan induk	Umur geologi
TPR, Desa Cikole	G. Tangkuban Parahu	Andesit ¹⁾	Holosen ¹⁾
TLU, Desa Pulosari	G. Tilu	Basal ²⁾	Pleistosen ²⁾

Sumber : ¹⁾ Silitonga, 2003, ²⁾ Alzwar *et al.*, 1976

Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium *Physical and Land Resources-Ghent University*, Belgia dan Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fak. Pertanian Univ. Padjadjaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineralogi fraksi pasir

Komposisi mineral fraksi pasir tergantung pada jenis bahan induknya (Tabel 2). Profil TPR (andesit) mempunyai lebih banyak oleh gelas vulkan jernih, kuarsa, hornblende, plagioklas, dan piroksin. Profil TLU (basal) mempunyai gelas vulkan berwarna, plagioklas, piroksin, dan olivin. Stoops (2002) yang menyatakan bahwa abu andesit didominasi oleh gelas vulkan jernih, plagioklas, piroksin, dan mineral feromagnesian, dan abu basal didominasi oleh gelas vulkan berwarna, olivin, piroksin, dan mineral feromagnesian.

Tabel 2. Distribusi mineral fraksi pasir

Profil	Mineral berat (%)					Mineral ringan (%)					Total	Min. Berat	Min. Ringan
	Op	Hor	Aug	Hip	OI	GVJ	CVK	Fel	Kua	FB			
TPR	Andesit												
Ap	2	7	8	5	0	20	4	35	4	15	100	22	78
BC	3	7	13	1	0	15	7	34	5	15	100	24	76
2 Ab	6	6	14	2	0	15	7	27	3	20	100	28	72
2 Bw	6	7	14	3	0	13	2	30	5	20	100	30	70
2 BC	6	8	6	3	0	25	7	25	3	17	100	23	77
TLU	Basal												
Ap	6	2	9	2	3	2	21	25	4	26	100	22	78
Bw	6	2	10	4	4	5	16	21	3	29	100	26	74
Bt	2	9	12	4	2	2	15	27	4	23	100	29	71
2 Ab	5	9	4	5	5	3	15	35	3	16	100	28	72
2 Bw	7	6	6	2	5	2	15	26	4	27	100	26	74

Keterangan:

Op = Opak Hip = hiperstin GVK = Gelas vulkan keruh FB = Fraksi batuan
 Hor = Hornblende Oli = Olivin Fel = Feldspar
 Aug = Augit GVJ= Gelas vulkan jernih Kua = Kuarsa

Analisis kuantitatif mineral fraksi debu dan liat

Hasil analisis dengan asam oksalat dan pirofosfat ditampilkan pada Tabel 3.

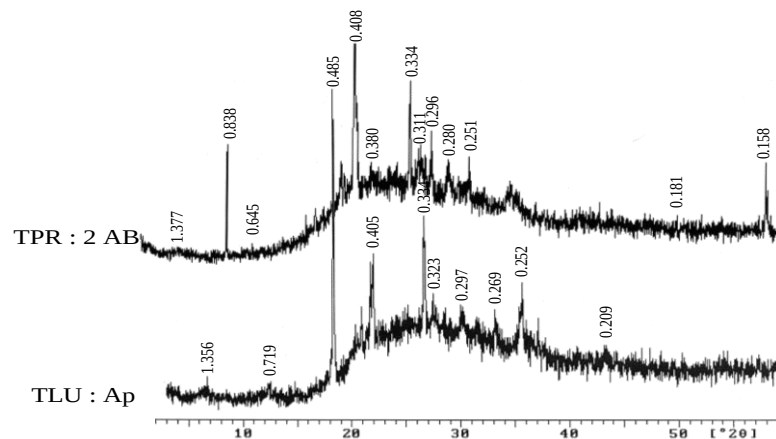
Tabel 3. Hasil ekstraksi dengan asam oksalat dan pirofosfat

Profil	Hor	SiO %	AlO %	FeO %	FeP %	Alp %	AlO + 1/2 FeO	alofan %	imogolit %	ferihidrit %	C-org %
TPR	Ap1	1,08	4,48	1,58	0,24	0,69	5,3	8	6	3	8.4
	BC	1,07	3,03	0,77	0,15	0,59	3,4	8	4	1	3.8
	2 Ab1	0,77	2,9	1,27	1,76	1,72	3,5	5	3	2	9.3
	2 BA	1,33	4,85	1,1	0,37	0,81	5,4	9	5	2	5.7
TLU	Ap1	1,42	4,26	0,8	0,28	0,6	4,7	10	4	1	7.3
	Bw1	2,09	4,51	1,31	0,11	0,36	5,2	15	3	2	3.2
	Bt1	2,14	4,38	1,39	0,03	0,27	5,1	15	3	2	1.7
	2 Ab	2,61	4,86	1,18	0,01	0,24	5,5	19	3	2	0.8

Analisis kualitatif mineral dengan XRD

Mineral fraksi debu dan liat yang dianalisis dengan XRD menunjukkan bahwa kedua profil mempunyai refleksi yang hampir sama, terdiri atas feldspar, kristobalit, gipsit, ferihidrit, dan kuarsa. Ditemukan juga haloisit, kaolinit, dan vermikulit seperti yang ditunjukkan oleh refleksi 1.02, 0.720, 0.443, dan 0.357 nm.

Hal yang agak berbeda terkait dengan keberadaan mineral kristalin. Mineral tersebut pada profil TPR ditemukan pada horizon tertimbun, sementara pada profil TLU mineral tersebut ditemukan pada horizon teratas hingga terbawah (Gambar 1). Hal ini dikaitkan dengan umur profil TPR (Holosen) yang lebih muda dibandingkan TLU (Pleistosen).



Gambar 1. Mineral 1:1 dan 2:1 pada horizon B profil TPR, dan horizon A profil TLU

Torn dan Masiello (2002), menyatakan bahwa pada awal 150.000 tahun pertama perkembangan tanah, bahan induk abu gunung api melapuk menjadi mineral non kristalin. Pada penelitian ini, profil TPR dan dan PTH berada pada rentang 150.000 tahun tersebut, dan tidak saja menghasilkan mineral non kristalin, tetapi juga mineral kristalin 2:1 dan 1:1.

KESIMPULAN

Andisols berbahan induk tua (Pleistosen) pada Andisols mencerminkan tingkat perkembangan yang lebih lanjut dibandingkan tanah berbahan induk muda (Holosen) didukung oleh hasil analisis mineral yang menunjukkan bahwa mineral kristalin 2:1 dan 1:1 ditemukan pada Andisols berbahan induk Pleistosen.

DAFTAR PUSTAKA

- Stoops, G. 2002. Mineralogical Composition of the Sand Fraction of Some European Volcanic Ash Soils, Preliminary Data. COST 622 Meeting: Soil Resources of European Volcanic System in Manderscheid/Vulkaneifel. 31-32
- Torn, M.S. and C. A. Masiello. 2002. Mineral Control of Carbon Storage in Andosols: Case Study and Application to Other Soils. COST 622 Meeting: Soil Resources of European Volcanic System in Manderscheid/Vulkaneifel. 7-8

PENGATURAN SISTEM TANAM UNTUK MENEKAN PENYAKIT VIRUS KUNING PADA TANAMAN CABAI DI DATARAN TINGGI LAMPUNG BARAT

Nila Wardani

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Lampung

ABSTRAK

Lampung Barat merupakan daerah dataran tinggi (>700 m dpl) yang banyak ditanami dengan tanami sayuran, diantaranya adalah cabai merah. Luas panen cabai saat ini adalah sekitar 728 ha. Luas ini jauh menurun dari luas panen di tahun 2005 yaitu 1.944 ha. Penurunan luas tanam ini terutama disebabkan tingginya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman cabai. Organisme pengganggu tanaman utama yang menyebabkan penurunan luas panen cabai adalah penyakit virus kuning. Teknik budi daya secara monokultur dengan rotasi tanaman yang tidak tepat, serta pemakaian pestisida kimia yang terjadwal di duga menjadi penyebabnya. Pada pengkajian ini akan dilihat bagai mana pengaruh sistem tanam tumpang sari dan monokultur terhadap serangan penyakit virus kuning dan tingkat produksi tanaman cabai. Dari hasil pengamatan terlihat bahwa dengan sistem tanam tumpang sari cabai kubis sistem pengelolaan tanaman terpadu (PTT) tingkat serangan penyakit virus kuning adalah 30%, tumpang sari cara petani adalah 60%, penanaman cabai monokultur cara PTT, tingkat serangan adalah 45%, sedangkan monokultur cara petani mencapai 80%. Hasil produksi per tanaman dengan tumpang sari cara PTT, cara petani, monokultur cara PTT dan petani berturut-turut adalah 590 g; 300,4 g; 305,1 g; dan 203,3 g.

PENDAHULUAN

Di Provinsi Lampung, Kab. Lampung Barat merupakan sentra penanaman cabai merah di dataran tinggi. Saat ini di Kab. Lampung Barat pertanaman cabai merah sedang mengalami penurunan, karena adanya serangan penyakit virus kuning. Hampir di setiap daerah penanaman cabai di Kabupaten ini sudah terserang oleh penyakit ini. Akibatnya banyak pertanaman cabai petani tidak menghasilkan.

Penyakit ini disebabkan oleh virus gemini yang ditularkan oleh kutu kebul (Agrios, 1988). Dengan arti kata kutu kebul merupakan vektor penyakit Virus kuning. Kutu kebul (*Bemisia tabaci*) merupakan serangga hama yang berperan sebagai pembawa (*carrier*) virus kuning (Kalshoven, 1981). Bila serangga yang telah membawa virus menghisap jaringan tanaman cabai sehat akan menyebabkan

penyakit dengan gejala kuning keriting pada tanaman cabai. Serangan virus ini terjadi jika ada interaksi antara vektor, sumber penyakit dan tanaman inang.

Virus ini akan menyebabkan tanaman cabai menjadi kuning dan keriting, sehingga hamparan pertanaman cabai akan terlihat menguning. Penyakit ini disebabkan oleh sejenis virus dan ditularkan oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*) (Duriat *et al.*, 1994; Duriat, 2003).

Penyakit yang disebabkan virus gemini tidak ditularkan melalui persinggungan antara tanaman atau terbawa benih. Di lapangan virus ditularkan oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*) atau *Bemisia argentifolii*. Kutu kebul dewasa yang mengandung virus dapat menularkan virus sepanjang hidupnya pada waktu dia makan tanaman yang sehat. Satu kutu kebul cukup untuk menularkan virus. Efisiensi penularannya meningkat dengan bertambahnya jumlah serangan di pertanaman (Agrios 1988).

Untuk mengendalikan penyakit ini, ada beberapa cara yang bisa dilakukan yaitu mengendalikan virus, menyehatkan tanaman atau mengurangi populasi vektor kutu putih. Dari tiga solusi tersebut penyehatan tanaman dan pengendalian populasi vektor merupakan cara yang lebih mudah untuk dilakukan (Wardani, 2007). Untuk menyehatkan tanaman dapat dilakukan dengan melakukan pemupukan yang berimbang dan perawatan yang teratur. Untuk mengendalikan vektor kutu putih dapat dilakukan dengan melakukan penyemprotan dengan pestisida, menghalangi masuknya kutu, tumpangsari, dan melepaskan predator kutu kebul yaitu *Menochillus sexmaculatus* (Setiawati *et al.*, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem tanam pola tumpang sari dan monokultur pada tanaman cabai merah terhadap serangan penyakit virus kuning di Di Sukau Lampung Barat.

METODOLOGI

Pengkajian dilakukan mulai Bulan Maret s/d Desember 2006 di Desa Buay Nyerupa, Lampung Barat. Rancangan percobaan adalah acak kelompok dengan 4 ulangan. Rincian perlakuan budi daya yang diterapkan pada pengkajian ini adalah sebagai berikut:

1. Paket teknologi penanaman sistem tumpang sari cabai kubis sistem PTT dan petani

Uraian Teknologi	PTT (A ₁)	Petani (A ₂)
Budi daya		
1. Varietas	Taro	Taro
2. Persemaian di	Bak semai	Bumbunan
3. Bibit dipelihara di bumbunan	Kantong plastik putih	Kantong plastik outih
4. Pemeliharaan bibit di persemaian	Disiram tiap 5 hari dengan larutan 1 sendok urea + 10 ltr air	--
5. Bedengan berukuran	90 cm x 100 cm x 40 cm	Tidak menentu
6. Pengolahan tanah	Sempurna	Sempurna
7. Umur bibit ditanam	20-25 HSS (4-5 daun)	27-30 HSS (5-7 daun)
8. Mulsa	Plastik Hitam	Plastik Hitam
9. Perangkap likat kuning (<i>aphids, thrips</i>)	40 buah/ha	--
10. Perangkap ME (lalat buah)	40 buah/ha	--
11. Tanaman penghalang (barrier)	Jagung 3 baris	--
12. Pupuk	Untuk tumpangsari dengan kubis	
▪ Pupuk kandang (t ha ⁻¹)	24-30 (kotoran sapi)	14 (kotoran ayam)
▪ Urea (kg ha ⁻¹)		250
▪ SP-36 (kg ha ⁻¹)		650
▪ ZA (kg ha ⁻¹)		200-300
▪ KCl tabur (kg ha ⁻¹)		200-300
▪ NPK (15;15;15)	800 – 1.000 kg ha ⁻¹	
14. Penggunaan pestisida saat tanam	Karbofuran 20 kg ha ⁻¹	
15. Penyiangan	Bila diperlukan	Bila diperlukan
Fisis (CF)		
▪ Tanah kebun dibiarkan terkena sinar matahari langsung selama	10-15 hari	7-10 hari
Kimia		
▪ Pemantauan populasi pada 20 tanaman contoh	Setiap 5-7 hari	--
▪ Pengamatan hasil tangkapan	Tiap 3-10 hari	--
▪ Penggunaan insektisida/fungisida	Berdasarkan hasil monitoring	Rutin setiap 1-2 minggu
▪ Penggunaan pestisida nabati	Digunakan	Tidak digunakan
▪ Pestisida disemprotkan ke permukaan	Atas dan bawah daun	Atas dan bawah daun

2. Paket teknologi penanaman monokultur sistem PTT dan petani

Uraian Teknologi		PTT (A ₃)	Petani (A ₄)
1. Budi daya			
a. Varietas		Taro	Taro
b. Persemaian di		Bak semai	Bumbunan
c. Bibit dipelihara di bumbunan		Kantong plastik putih	Kantong plastik putih
d. Pemeliharaan bibit di persemaian		Disiram tiap 5 hari dengan larutan 1 sendok urea + 10 l air	--
e. Bedengan berukuran		90 cm x 100 cm x 40 cm	Tidak menentu
f. Pengolahan tanah		Sempurna	Sempurna
g. Umur bibit ditanam		20-25 HSS (4-5 daun)	27-30 HSS (5-7 daun)
h. Mulsa		Plastik Hitam	Plastik Hitam
i. Perangkap likat kuning (aphids, thrips)		40 buah/ha	--
j. Perangkap ME (alat buah)		40 buah/ha	--
k. Tanaman penghalang (barrier)		Jagung 3 baris	--
l. Pupuk (kg/ha)	(1) Kandang	20.000 (kotoran sapi)	14.000 (kotoran ayam)
	(2) Urea	100-250	250
	(3) SP-36	100-250	650
	(4) ZA	300-450	200-300
	(5) KCI Tabur	150-200	200-300
m. Penggunaan pestisida saat tanam		Karbofuran 20 kg ha ⁻¹	
n. Penyiangan		Bila diperlukan	Bila diperlukan
2. Fisis			
a. Tanah kebun dibiarkan terkena sinar matahari langsung selama		10-15 hari	7-10 hari
3. Kimia			
a. Pemantauan populasi pada 20 tanaman contoh		Setiap 5-7 hari	--
b. Pengamatan hasil tangkapan		Tiap 3-10 hari	--
c. Penggunaan insektisida		Berdasarkan hasil monitoring	Rutin setiap 1-2 minggu
d. Penggunaan fungisida		Berdasarkan hasil monitoring	Rutin setiap 1-2 minggu
e. Pestisida disemprotkan ke permukaan		Atas dan bawah daun	Atas dan bawah daun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan vegetatif dan produksi

Dari hasil pengamatan vegetatif tanaman terlihat bahwa, pertumbuhan tanaman cabai rata-rata cukup bagus seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan vegetatif tanaman cabai antara perlakuan petani dan PTT di Desa Buay Nyerupa, Sukau, Lampung Barat

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang	Intensitas serangan virus kuning (%)
Tumpang sari (PTT)	68,9 a*	7,9 a	30% a
Petani	65,5 a	8,0 a	60% b
Monokultur (PTT)	86,0 b	7,8 a	45% a
Monokultur (Petani)	68,9 a	7,1 a	80% c

* Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji bnt pada taraf 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan perlakuan PTT monokultur memiliki pertumbuhan vegetatif yang paling bagus, dengan tinggi tanaman rata-rata mencapai 86,0 cm, yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Lebih tingginya pertumbuhan pada perlakuan ini dikarenakan input produksi yang diberikan pada tanaman dimanfaatkan oleh satu jenis tanaman cabai saja tanpa mendapatkan saingan oleh tanaman lainnya. Sedangkan pertumbuhan vegetatif tanaman pada perlakuan lainnya tidak berbeda nyata, hal ini diduga karena input pada perlakuan akan memberikan tanggap yang sama terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Untuk jumlah cabang antara keempat perlakuan pola penanaman tidak berbeda nyata yaitu rata-rata berkisar antara 7-8 cabang.

Intensitas serangan virus kuning tidak berkorelasi dengan pertumbuhan tanaman. Intensitas penyakit terkecil terjadi pada perlakuan sistem tanam tumpang sari cabai-kubis dengan cara PTT yaitu 30%. Kecilnya intensitas serangan disebabkan karena tanaman cabai dan kubis merupakan tanaman yang tidak sefamili sehingga kubis bukan merupakan inang dari virus kuning. Selain itu aroma khas dari kubis diduga dapat mengusir vektor penyakit virus kuning yaitu kutu kebul (*Bemisia* sp). Intensitas serangan yang cukup kecil juga terdapat pada penanaman cabai secara monokultur sistem PTT. Penerapan sistem pengelolaan tanaman secara terpadu mampu mengurangi populasi vektor kutu kebul, mengurangi sumber infeksi virus kuning dan membuat tanaman lebih sehat. Meskipun intensitas serangan cukup tinggi dibandingkan dengan cara PTT, pengelolaan tanaman oleh petani dengan sistem tumpangsari cabai kubis masih lebih baik dibandingkan dengan sistem monokultur, dimana intensitas serangan dapat berkurang sekitar 25%, dibandingkan penanaman sistem monokultur intensitas serangan penyakit mencapai 80%.

Besarnya intensitas serangan virus kuning berkorelasi dengan hasil produksi cabai. Pada perlakuan sistem tanam tumpangsari cabai-kubis cara PTT jumlah buah yang dihasilkan per pohon lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu 204,9 buah/pohon dengan berat 590 g. Produksi tertinggi berikutnya adalah sistem tanam monokultur cara PTT dan tumpang sari oleh

petani berturut-turut adalah 129,9 buah/pohon (305,1 g), dan 127,6 buah/pohon (300,4 g). Produksi terendah adalah sistem tanam monokultur oleh petani dengan jumlah buah 88,7 buah/pohon (203,3 g).

Secara rinci produksi hasil cabai pada empat perlakuan terlihat pada Tabel 2.

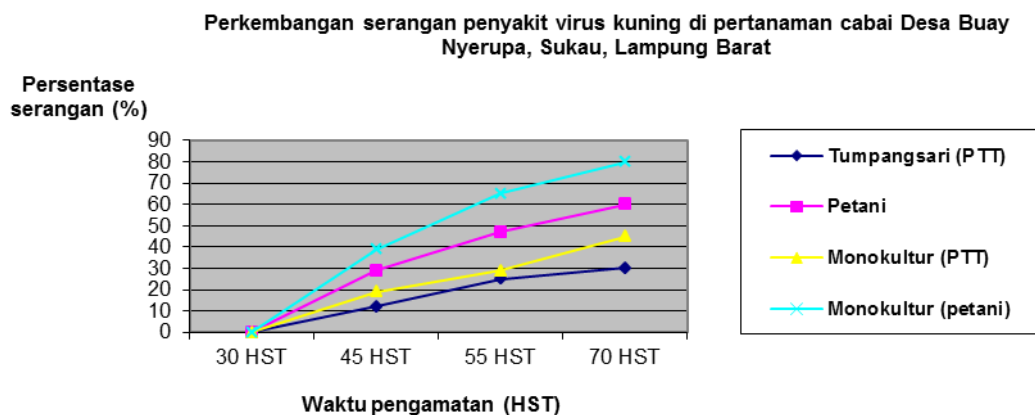
Tabel 2. Rata-rata jumlah buah per pohon, berat 10 g buah dan produksi per pohon tanaman cabai di Desa Buay Nyerupa, Sukau Lampung Barat

Perlakuan	Jumlah buah/pohon	Berat 10 buah) g.....	Produksi/pohon
Tumpang sari (PTT)	204,9 a*	28,8 a	590,0 a
Petani	127,6 b	23,5 a	300,4 b
Monokultur (PTT)	128,9 b	23,6 a	305,1 b
Monokultur (Petani)	88,7 c	22,9 a	203,3 c

* Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji bnt pada taraf 5%

Perkembangan penyakit virus kuning

Rata-rata gejala penyakit mulai terlihat pada umur tanaman 1 bulan (30 HST), gejala awal berupa daun pada pucuk tanaman mulai berwarna kuning, setelah itu perkembangan penyakit meningkat dengan tajam pada sistem tanam monokultur cara petani (Gambar 1). Perkembangan penyakit tampak lebih landai pada perlakuan sistem tumpangsari cara PTT.



Grafik 1. Perkembangan serangan penyakit virus kuning pada tanaman cabai di Desa Buay Nyerupa, Sukau, Lampung Barat

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa pada dengan sistem tanam tumpang sari cabai kubis cara PTT tingkat serangan penyakit virus kuning adalah 30%, tumpang sari cara petani adalah 60%, penanaman cabai monokultur cara PTT, tingkat serangan adalah 45%, sedangkan monokultur cara petani mencapai 80%. Hasil produksi per tanaman dengan tumpang sari cara PTT, cara petani, monokultur cara PTT dan petani berturut-turut adalah 590 g; 300,4 g; 305,1 g; dan 203,3 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, GN. 1988. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi ke-tiga. Gajah Mada, cabai merah. Materi TOT Litkaji PTT Cabai Merah. 26 hlm.
- Duriat A.S. 1994. Hasil-hasil penelitian cabai merah PELITA V. Evaluasi Hasil Penelitian Hortikultura dalam PELITA V. Segunung 27-29 Juni 1994. 12 hlm.
- Duriat AS. 2003. Penyakit virus kuning keriting sedang menyerang cabai secara luas. Trubus ASD.
- Kalshoven LGE. 1981. The pests of crops in Indonesia. Revised and translated by van der laan. Jakarta: Ichtiar Baru van Hoeve. 710p.
- Setiawati. 2003. Pengenalan dan pengendalian hama penting pada tanaman cabai merah. Materi TOT Litkaji PTT Cabai Merah. Balai Pengkajian Tanaman Sayuran Lembang. 26 halaman.
- Wardani N. 2007. Optimalisasi Pemanfaatan Predator *Menochillus* sp dalam Mengendalikan Populasi Kutu Kebul (*Bemisia* sp). Makalah seminar nasional hasil penelitian dan pengkajian teknologi pertanian mendukung PENAS XII. Sembawa 9-10 Juli 2007.

PENGARUH PERBEDAAN MUSIM PADA BUDI DAYA TOMAT DI DATARAN TINGGI MERBABU

Fibrianty dan Mulyadi

Peneliti Badan Litbang Pertanian pada BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Tomat yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia merupakan varietas keriting (*Lycopersicum validum*) yang oleh masyarakat disebut sebagai tomat gondol dan tomat apel (*Lycopersicum pyriforme*). Budi daya kedua jenis tomat ini selalu di dataran tinggi di atas 1.000 m. dpl. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perbedaan musim pada budi daya tomat di dataran tinggi Merbabu. Penelitian dilakukan pada bulan Maret–November 2007 di Kec. Pakis dan Ngablak, Kab. Magelang dan Kec. Getasan, Kab. Semarang dengan sebaran ketinggian $\pm$ 1.300 m dpl–1687 m dpl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani belum mampu mempertahankan kontinuitas produksi karena sistem budi daya masih dikendalikan sepenuhnya oleh faktor cuaca. Kawasan pertanian Merbabu tergantung sepenuhnya pada sumber air dari lereng gunung G. Merbabu dimana jarak dari desa ke sumber air $\pm$ 12 km. Pada musim kemarau, terjadi kekurangan air sehingga harus dilakukan penyiraman dan petani harus mengeluarkan biaya sebesar 1.050.000 per 1.000 m². Bila kebutuhan tersebut terpenuhi maka panen berhasil, namun harga jatuh dimana pada bulan Juli–Agustus harga terpuruk hingga Rp 250,-/kg. Budi daya tomat pada musim hujan dihadapkan pada risiko banyak tanaman yang rusak akibat curah hujan berlebihan, kondisi basah dan lembap yang panjang mendorong munculnya penyakit akibat serangan *pseudomonas* dan *fusarium* dan mengalami busuk daun akibat *phytophthora*. Konsekuensinya pada musim hujan tingkat pemakaian pestisida meningkat 100% dibandingkan pada musim kemarau dengan interval penyemprotan setiap 3 hari, selain menambah biaya produksi, intensitas penyemprotan yang tinggi ini berpotensi meningkatkan residu pestisida dalam hasil panen.

PENDAHULUAN

Suplai hasil pertanian baik tanaman pangan maupun hortikultura sangat dipengaruhi oleh faktor musim, pada musim-musim tertentu produktivitas tanaman tertentu menjadi sangat rendah karena ancaman hama dan penyakit yang tinggi sementara di musim berikutnya produksi melimpah namun harga jual menjadi sangat rendah sehingga tidak bisa menutupi biaya produksi. Kondisi demikian tak luput juga terjadi pada budi daya sayuran di dataran tinggi yang pada umumnya merupakan sentra pengembangan sayuran bernilai jual tinggi seperti paprika, kubis, tomat, wortel, bit, dan brokoli.

Tomat adalah tanaman sayuran yang mempunyai nilai ekonomis penting, karena sangat digemari dan mempunyai nilai gizi yang sangat tinggi. Buah tomat merupakan komoditas yang multiguna, berfungsi sebagai sayuran, bumbu masak, buah meja, penambah nafsu makan, minuman, bahan pewarna makanan, sampai kepada bahan kosmetik, dan obat-obatan. Di Indonesia tanaman tomat banyak diusahakan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah, sebagai tanaman pekarangan ataupun tujuan komersil. Menurut data BPS (1996) luas panen tomat di Indonesia mencapai ± 50.000 ha, seluas ± 6.000 ha terdapat di Pulau Jawa dengan penyebarannya 60% di dataran tinggi dan 40% di dataran rendah. Penyakit busuk daun (*Phitophthora infestans*) merupakan kendala utama di dataran tinggi. Jamur ini menyerang daun, batang dan buah, biasanya tumbuh baik pada musim hujan dan dapat mengakibatkan kerugian sampai 100% (Puslitbanghorti, 2010).

Selama ini, tomat yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia merupakan varietas keriting (*Lycopersicum validum*) yang oleh masyarakat disebut sebagai tomat gondol. Varietas dataran tinggi ini disenangi karena bentuknya lonjong, daging buahnya tebal, bijinya sedikit, dan tahan benturan hingga bisa diangkut jarak jauh tanpa mengalami banyak kerusakan. Selain tomat gondol, yang juga banyak dibudi dayakan petani adalah tomat apel (*Lycopersicum pyriforme*). Disebut demikian karena bentuk buahnya yang mirip dengan buah apel. Sama dengan tomat gondol, budi daya tomat apel juga selalu di dataran tinggi di atas 1.000 m dpl.

Salah satu hal yang menyebabkan kontinuitas produk terhambat adalah adanya efek *abiotic stress* yang berpengaruh pada tingginya intensitas kerusakan tanaman saat musim hujan. Air hujan menyebabkan tanaman menjadi busuk dan serangan penyakit meningkat sehingga kemungkinan kegagalan panen akan lebih tinggi. Budi daya tomat pada musim hujan dihadapkan pada kendala serangan hama dan penyakit yang tinggi sehingga menurunkan produksi jauh di bawah musim kemarau. Upaya yang dilakukan untuk menghindarinya adalah penggunaan pestisida oleh petani secara irrasional yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen dan mencemari lingkungan (Setyorini, 2010; Nugrohati & Untung, 1986).

Kendala yang dihadapi pada musim kemarau tidak kalah berat, curah hujan yang rendah dan sumber air yang terlampau jauh menyebabkan petani harus mengeluarkan sejumlah biaya untuk penyiraman. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh perbedaan musim pada budi daya tomat di dataran tinggi G. Merbabu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lokasi budi daya tomat pada bulan Maret s/d November 2007 di kawasan lahan pertanian di lereng pegunungan Merbabu tepatnya di Kec. Pakis dan Ngablak, Kab. Magelang dan Kec. Getasan, Kab. Semarang dengan sebaran ketinggian ± 1.300 m dpl-1687 m dpl. Metode pengumpulan data dengan melakukan wawancara pada perwakilan dari 21 kelompok tani yang ditemui di kawasan lereng Merbabu.

HASIL PENELITIAN

Keadaan umum lahan di daerah penelitian

Lahan di lokasi penelitian dan sekitarnya merupakan lahan kering berteras bangku yang umumnya teras diperkuat dengan tanaman rumput. Hampan lahan tersebut terletak dalam fisiografi lereng volkan atas kawasan lereng gunung Merbabu dengan kemiringan lahan umumnya berkisar 30–45% dan terletak pada ketinggian berkisar antara 1.300–1.687 m dpl.

Komoditas yang ditanam petani beragam diantaranya tomat, kubis, cabai, wortel, kentang, petsai, brokoli, selada, bayam merah, bit, dan strawberry. Tomat biasanya dibudidayakan secara tumpang sari dengan kubis, dimana tomat ditanam saat kubis telah menjelang panen, umur 50-60 hari setelah tanam (HST). Kadang di antara tomat juga diusahakan bawang daun (loncang). Tomat dipanen setelah umur 80 HST dan panen bisa mencapai 7 kali dengan interval pemanenan setiap 5 hari sekali.

Budi daya tomat di kawasan lereng Merbabu sangat dipengaruhi oleh faktor musim mengingat belum semua kelompok menanam di dalam rumah plastik, akibatnya tanaman sangat rentan terhadap pengaruh lingkungan diantaranya curah hujan yang berlebihan pada musim hujan, kekeringan di musim kemarau dan konsekuensinya adalah tingginya serangan hama dan penyakit.

Budi daya tomat di dataran tinggi Merbabu

Petani sayuran di lereng Merbabu dihadapkan pada setidaknya 3 masalah utama yaitu (1) curah hujan yang terlalu tinggi yang menyebabkan kerusakan fisiologis tanaman dan menimbulkan tingginya serangan hama dan patogen penyebab penyakit tanaman; (2) munculnya beberapa hama dan penyakit tanaman; (3) sistem irigasi yang tidak memungkinkan pengairan sepanjang tahun.

Budi daya tomat pada musim hujan dihadapkan pada kendala serangan hama dan penyakit yang tinggi sehingga menurunkan produksi jauh di bawah

musim kemarau. Kendala yang dihadapi pada musim kemarau tidak kalah berat, curah hujan yang rendah dan sumber air yang terlampau jauh menyebabkan petani harus mengeluarkan sejumlah biaya untuk penyiraman. Tabel 1 berikut menyajikan perbandingan sistem budi daya tomat pada musim hujan dan musim kemarau di kawasan lereng Merbabu.

Tabel 1. Perbandingan beberapa komponen budi daya tomat di lereng Merbabu per satuan luas 1.000 m² pada MH dan MK

Komponen Budidaya		Musim Hujan	Musim Kemarau
Pupuk	ZA (kg)	50	50
	NPK (kg)	2	2
	Dolomit (kg)	40	40
	Kandang (ton)	6,75	6,75
	ZPT (botol)	3	4
	Pupuk organik lain (sachet)	1	1
Pestisida	Antracol (kg)	4,5	2,25
	Daconil (kg)	0,5	0,25
	Acrobat (sachet)	2	-
	Profil (botol)	1	2
	Superstick	2	2
Biaya Tambahan	Penyiraman	-	21 HOK

Sumber: Hasil Wawancara petani tomat di lereng Merbabu, 2007

Secara umum dari komponen pemupukan tidak ada perbedaan antara sistem yang dilakukan pada musim hujan dengan musim kemarau. Petani mengaplikasikan 50 kg pupuk ZA NPK 2 kg dan pupuk kandang 6,75 t untuk luasan 0,1 ha. Sebagaimana kebanyakan kasus pada pertanaman sayuran di dataran tinggi, petani di kawasan Merbabu memberikan input pupuk kandang yang sangat tinggi pada pertanaman mereka. Hal yang serupa dinyatakan pula oleh Setyorini (2010) bahwa pada usaha tani sayuran dengan input yang tinggi pupuk diberikan dalam jumlah yang berlebihan setiap musim tanam, terutama pupuk N yang diberikan mencapai 750 kg ha⁻¹ dan pupuk kandang hingga 40 t ha⁻¹ serta dikombinasikan dengan pemberian pestisida dalam takaran tinggi.

Perbedaan yang mencolok adalah pada penggunaan pestisida yang amat tinggi pada musim hujan hingga mencapai dua kali lipat atau meningkat 100% dibandingkan musim kemarau. Sebagaimana diketahui pada musim hujan budi daya tomat pada musim hujan dihadapkan pada risiko banyak tanaman yang rusak akibat curah hujan berlebihan, kondisi basah dan lembap yang panjang mendorong munculnya penyakit akibat serangan *pseudomonas* dan *fusarium*. Selain penyakit akibat serangan *pseudomonas* dan *fusarium*, yang akan mengganggu tomat pada

musim penghujan adalah busuk daun akibat phytophthora, virus keriting dan mozaik, nematoda (cacing akar), hama ulat buah, dan siput. Petani menanggulangnya dengan cara melakukan penyemprotan pestisida dengan interval 3 hari sekali. Hal ini dilakukan terus menerus hingga panen, yang tentu saja membahayakan konsumen yang mengkonsumsi, mencemari lingkungan dan tidak kalah pentingnya adalah membahayakan petani sendiri apabila dalam tata laksana penggunaannya tidak mengikuti kaidah yang berlaku.

Merujuk pada pendapat Nugrohati & Untung (1986) bahwa penggunaan pestisida secara kuantitatif dan kualitatif selalu meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas sayuran, sehingga dapat dikatakan bahwa pestisida tidak dapat dilepaskan dari budi daya jenis-jenis sayuran tertentu seperti pada tanaman tomat, kubis, wortel, lombok, bawang putih, bawang merah, dan kentang. Penggunaan pestisida organik sintetik merupakan pilihan utama petani sayuran untuk mengendalikan hama, sedangkan metode yang lain kurang banyak digunakan. Pestisida dianggap sebagai produk teknologi yang mudah diterapkan, hasilnya efektif, tersedia dengan mudah di tingkat petani, dan yang penting secara ekonomis masih menguntungkan. Oleh petani dianggap sebagai jaminan bagi keselamatan dan keberhasilan tanamannya, sehingga dapat dikatakan bahwa pestisida tidak dapat dilepaskan dari petani sayuran.

Petani tomat di kawasan lereng Merbabu dihadapkan pada risiko kegagalan panen apabila tidak melakukan penyemprotan, sehingga meskipun sebagian besar dari mereka menyadari bahaya yang ditimbulkan dari takaran pestisida yang berlebihan namun mereka tetap menggunakannya. Penelitian ini memang tidak sampai pada tahap analisis residu pestisida yang terkandung dalam tomat yang dihasilkan, namun pemakaian pestisida yang tinggi tampaknya perlu menjadi perhatian bagi banyak kalangan terlebih mengingat tomat sering dikonsumsi dalam keadaan segar. Pemerintah telah menetapkan batas maksimum residu (BMR) pestisida sebesar 3 mg kg^{-1} berat badan (Mutiatikum *et al.*, 2003). Sebagai perbandingan, penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya secara besar-besaran dan terus menerus di lahan kentang dan sayuran di dataran tinggi Dieng, Wonosobo, Jawa Tengah, bukan hanya telah merusak kesuburan alami tanah, namun juga mengancam kesehatan para petani di kawasan itu. Bahkan, produk-produk mereka pun kini mempunyai tingkat keterpaparan pestisida yang kian tinggi. Dari hasil tes yang dilakukan Dinas Kesehatan Wonosobo beberapa waktu lalu terhadap puluhan petani di Kecamatan Kertek dan Kejajar, ditemukan adanya kandungan pestisida dalam darah petani antara ringan hingga tinggi (Kompas, 5 Desember 2009).

Pada musim kemarau umumnya petani menggunakan pestisida jauh lebih rendah dibandingkan musim hujan namun mereka dihadapkan pada

kendala lain yaitu kesulitan untuk mendapatkan air. Kawasan pertanian Merbabu tergantung sepenuhnya pada sumber air dari lereng gunung Merbabu. Selama ini penduduk di kawasan Merbabu, khususnya di desa Sumberrejo tergantung sepenuhnya pada sumber air yang berada di lereng G. Merbabu, dimana jarak dari desa ke sumber air ± 12 km dan dihubungkan dengan pipa 3 dim untuk mengalirkan air ke *capturing* induk berukuran 3 m x 3 m di desa Sumberrejo dengan debit air 4 l detik⁻¹. Kemudian air dialirkan ke 6 dusun yang masing-masing dusun telah memiliki bak penampungan berukuran 1,5 m x 2 m untuk kemudian didistribusikan ke rumah tangga menggunakan pipa 1 dim. Luas wilayah Desa Sumberrejo adalah 209 ha dengan penduduk sebanyak 685 KK atau 2370 jiwa, dari luasan tersebut 67% diantaranya (140 ha) merupakan lahan pertanian.

Pada musim hujan air berlimpah dan tidak ada kesulitan dalam mendapatkannya, masalah timbul ketika musim kemarau karena debit air mengecil sehingga terjadi kompetisi antara kebutuhan domestik (rumah tangga) dan kebutuhan pengairan/penyiraman tanaman yang dibudidayakan. Selama ini air dialirkan ke lahan pada malam hari setelah kebutuhan untuk rumah tangga tercukupi, dengan debit air 4 l detik⁻¹ maka dalam sehari air yang ditampung adalah 345.600 l atau setara dengan 345,6 m³ hari⁻¹, volume tersebut masih harus dibagi untuk rumah tangga dan pertanian sehingga praktis lahan petani hanya mendapatkan "sisa" saja.

Kendala ini menyebabkan sebagian petani pada musim kemarau mengganti komoditasnya dengan jagung dan tembakau yang lebih tahan terhadap kekeringan, sementara petani lain yang tetap bertahan dengan sayuran dataran tinggi terpaksa harus mengeluarkan biaya ekstra untuk penyiraman. Masa-masa kering biasanya berlangsung kurang lebih 3 bulan, yaitu Agustus, September, dan Oktober. Dalam 1 musim tanam di musim kemarau petani melakukan penyiraman sekitar 21 kali atau dengan interval 3 hari sekali, untuk itu petani mengeluarkan biaya yang tidak sedikit karena biaya penyiraman mencapai Rp 50.000,- setiap kali siram. Ironisnya keberhasilan panen tidak diikuti oleh keberhasilan dalam harga jual. Justru saat musim kemarau dimana hasil panen melimpah tapi harga jual merosot jatuh, jika pada musim hujan harga jual tomat mencapai Rp 3.000,- kg⁻¹ namun pada musim kemarau harga merosot hingga Rp 250,- kg⁻¹ yang nota bene menyebabkan kerugian pada petani.

Melihat fakta yang ditampilkan di atas terlihat bahwa sesungguhnya baik pada musim hujan maupun musim kemarau petani dihadapkan pada kendala yang cukup sulit. Kenaikan biaya produksi pada musim kemarau seringkali tidak diikuti dengan peningkatan pendapatan, sementara pada musim hujan risiko

serangan penyakit mereka atasi dengan penggunaan pestisida dalam takaran tinggi yang berisiko berbahaya bagi konsumen maupun bagi petani sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Kompas. 5 Desember 2009. Pestisida menjadi Ancaman Serius Petani Dieng.
- Mutiatikum, D. J. Murad, dan S. Endreswari. 2003. Profil Residu Pestisida Ditiokarbamat dalam Tomat dan Selada pada Tingkat Konsumen di DKI Jakarta. Media Litbang Kesehatan XIII (4).
- Nugrohati, S. dan K. Untung. 1986. Pestisida dalam sayuran. *dalam* Prosiding Seminar Keamanan Pangan dalam Pengolahan dan Penyajian. PAU Pangan dan Gizi, UGM, 1 – 3 September 1986.
- Puslitbanghorti. 2010. Varietas unggul harapan tomat hibrida dari Balitsa. www.hortikultura.litbang.deptan.go.id. Diakses tanggal 5 Maret 2010.
- Setyorini, D. 2010. N use efficiency under vegetable farming system in Central Java: N balance. www.nitrogenbalance.net. Diakses tanggal 5 Maret 2010.

PRODUKTIVITAS JAGUNG PADA BEBERAPA POLA PENJARANGAN UNTUK PAKAN TERNAK DI LAHAN KERING GUNUNG KIDUL

Supriadi dan Setyorini Widyayanti

Peneliti Badan Litbang Pertanian di BPTP Yogyakarta

ABSTRAK

Di kawasan lahan kering wilayah Kabupaten Gunungkidul, usaha tani tanaman dan ternak merupakan salah satu sumber pendapatan utama bagi masyarakat tani dan secara fungsional saling komplementer untuk meningkatkan efisiensi usaha tani. Salah satu teknologi penanaman jagung monokultur di lahan kering dengan jarak tanaman rapat adalah untuk mendapatkan fungsi ganda yaitu mendapatkan hijauan pakan dari penjarangan tanaman dan mendapatkan biji jagung. Pengkajian dilaksanakan di Dusun Toboyo Timur, Desa Plembutan, Kec. Playen, Kab. Gunungkidul pada Bulan Juni – September 2008, secara *on farm research* pada lahan dengan luasan 1 ha. Jarak tanam yang digunakan rapat 20 cm x 20 cm, dengan 1 biji perlubang, pemupukan dilakukan 2 kali, 1/3 bagian diberikan pada umur 1 minggu setelah tanam dan 2/3 bagian diberikan pada umur 3 minggu setelah tanam. Takaran pupuk yang diberikan per ha adalah urea 200 kg, SP36 100 kg, KCl 100 kg. Penjarangan dilakukan setelah tanaman berumur 1 bulan dengan 3 perlakuan yaitu: 1) penjarangan setiap minggu (37 HST) pada barisan tanaman; 2) penjarangan setiap 2 minggu pada barisan tanaman; 3) penjarangan/ pemangkasan setiap 2 minggu pada satu tanaman/lubang tanam, untuk perlakuan ini jarak tanam yang digunakan adalah 60 cm x 60 cm dengan 3 biji perlubang tanam; dan 4) perlakuan yang biasa digunakan petani yaitu jarak tanam 40/50 cm x 60 cm dengan 1 biji perlubang tanam dan tidak ada penjarangan untuk produksi biji jagung. Hasil pengkajian pada perlakuan 1 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman 183,96 cm lebih tinggi dibandingkan dengan penjarangan 2 kali, rata-rata jumlah daun 18 lebih banyak dibandingkan dengan 2 kali penjarangan; berat daun 88 g/batang lebih berat dibandingkan dengan perlakuan 2, 3 dan 4; berat batang 216,74 g/batang lebih berat dibandingkan dengan perlakuan 2, 3 dan 4; dan diameter batang 0,77 mm lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan 2, 3 dan 4 namun secara statistik tidak berbeda nyata. Produksi tebon per hektar pada perlakuan 1, 2, 3, dan 4 masing-masing sebesar 22,5 t; 19,9 t; 13 t; dan 1,2 t, sedangkan produksi jagung pipilan kering per ha masing-masing sebesar 4,4 t; 4,6 t; 3,4 t; dan 6,5 t.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian adalah sektor yang berbasis pada sumber daya alam, oleh sebab itu keberhasilan pengembangan pertanian tergantung pada keberhasilan pengoptimalan pemanfaatan sumber daya alam yang dimiliki. Di Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat 158.600 ha lahan kering yang belum dimanfaatkan secara optimal (Word Bank 1991; Anonimus 1997), atau lahan-lahan lain seperti pinggir jalan, pinggir hutan, pinggir sungai dan lain sebagainya yang masih dapat ditanami rumput/jagung sebagai pakan.

Sub-sektor peternakan diharapkan dapat tumbuh sebesar 7–8% pertahun, sebagai andalan utamanya adalah peningkatan produktivitas ternak di atas 60% dan perkembangan populasi sekitar 40% dari laju kenaikan produksinya (Mentan, 2000), harapan tersebut dapat dicapai dengan upaya pemanfaatan sumber daya alam secara optimal dan rasional serta efisiensi pakan dan peningkatan produktivitas hijauan pakan.

Di kawasan lahan kering wilayah Kab. Gunungkidul, usaha tani tanaman dan ternak merupakan salah satu sumber pendapatan utama bagi masyarakat tani dan secara fungsional saling komplementer untuk meningkatkan efisiensi usaha tani. Usaha tani tanaman selain menghasilkan bahan mentah untuk kebutuhan pangan dan industri pengolahan juga menghasilkan limbah/ jerami yang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sebaliknya, usaha tani ternak selain menambah sumber pendapatan juga hasil sampingannya yang berupa kotoran dan limbah kandang dengan teknologi pengolahan limbah yang tepat dapat menjadi sumber pupuk organik yang sangat diperlukan untuk perbaikan kesuburan tanah maupun peningkatan produktivitas lahan. Kendala umum yang dihadapi dalam pemeliharaan ternak di lahan kering wilayah Kabupaten Gunungkidul selama ini, antara lain adalah kontinuitas ketersediaan pakan hijauan yang tidak mencukupi sepanjang tahun. Berdasarkan informasi umum dari beberapa petani maupun petugas setempat, kekurangan pakan setiap tahunnya terjadi antara pertengahan Juni sampai dengan akhir Nopember dimana dalam periode ini kebutuhan pasokan pakan yang diambil dari daerah luar Kabupaten Gunungkidul adalah sekitar 200-300 t/hari (100 truk/hari).

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas untuk mewujudkan sistem integrasi ternak-tanaman di lahan kering perlu dilakukan serangkaian kegiatan yang saling terkait satu sama lainnya seperti penanaman jagung monokultur dengan jarak tanam yang rapat, kemudian dilakukan penjarangan untuk mendapatkan pakan ternak dan biji jagung. Syamsu *et al.* (2003) mengatakan bahwa sumber limbah pertanian diperoleh dari komoditi tanaman pangan, dan ketersediaanya dipengaruhi oleh pola tanam dan luas areal panen dari tanaman pangan.

BAHAN DAN METODE

Model penanaman jagung rapat ditujukan untuk mendapatkan fungsi ganda (dwifungsi) yaitu mendapatkan hijauan pakan dari penjarangan tanaman dan mendapatkan biji jagung, pengkajian dilakukan di Dusun Toboyo Timur, Desa Plembutan, Kec. Playen, Kab. Gunungkidul dimulai dari Juli – Oktober 2008. Pengkajian dilaksanakan secara *on farm research* pada lahan dengan luasan 1 ha. Jarak tanam yang digunakan 20 cm x 20 cm, dengan 1 biji per lubang, pemupukan dilakukan dua kali, 1/3 bagian diberikan pada umur tujuh hari setelah tanam (HST) dan 2/3 bagian diberikan pada umur 3 minggu setelah tanam. Takaran pupuk yang diberikan per ha adalah urea 300 kg, SP-36 200 kg, KCl 200 kg. Penjarangan dilakukan setelah tanaman berumur 1 bulan dengan tiga perlakuan yaitu: 1) penjarangan setiap minggu (37 HST) pada satu baris membujur timur–barat selanjutnya pada baris yang lainnya pada 42 HST, 49 HST dan 60 HST sehingga akan terbentuk jarak tanaman 60 cm x 60 cm; 2) penjarangan setiap dua minggu dimulai pada 42 HST dan 60 HST, penjarangan dimulai pada baris ke satu dan ke dua untuk penjarangan pertama dan lajur ke tiga dan ke empat pada penjarangan kedua; dan 3) penjarangan/pemangkasan setiap dua minggu pada satu tanaman/lubang tanam. Untuk perlakuan ini jarak tanam yang digunakan adalah 60 cm x 60 cm dengan tiga biji per lubang tanam, pemangkasan dilakukan 42 HST pada salah satu tanaman jagung, kemudian dilakukan kembali pada 60 HST, sehingga pada saat itu tanaman jagung hanya tinggal satu batang per lubang tanam; dan 4) perlakuan yang biasa digunakan petani yaitu jarak tanam 40/50 cm x 60 cm dengan 1 biji per lubang tanam dan tidak ada penjarangan karena hanya untuk produksi biji jagung. Setiap perlakuan diulang tiga kali dan dianalisis secara diskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinggi tanaman

Pengamatan tinggi tanaman pada semua perlakuan dilakukan ketika tanaman berumur 8 minggu atau 60 HST (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan tinggi tanaman antara perlakuan. Pada perlakuan pencabutan empat kali menunjukkan angka yang paling tinggi yaitu mencapai 183,69 cm dibandingkan dengan perlakuan yang lain terutama perlakuan tanpa cabut (petani) yang hanya mencapai 144,41 cm. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pada penanaman jagung rapat dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm terjadi pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi (proses etiolasy) dibandingkan dengan pada jarak tanaman 60 cm x 60 cm (perlakuan petani) hal ini sangat menguntungkan ditinjau dari produksi biomassa yang akan lebih banyak.

Tabel 1. Data agronomis tanaman jagung dengan beberapa perlakuan di Toboyo Timur, Gunung kidul 2008

Perlakuan	Parameter					
	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Berat daun	Berat batang	Diameter batang	Berat tanaman
	cm		----- g -----		mm	g
(1) .4 x cabut	183,69 b*	18 b	88 b	216,74 b	0,77 a	333 b
(2) .2 x cabut	170,87 c	16,33 a	86,78 b	205,56 b	0,77 a	309 b
(3) .2 x cabut dlm rumpun	161 a	18,11 b	84,22 b	181,12 ab	0,79 a	296,5 ab
(4) .Tanpa cabut /petani	144,41 a	14,19 a	76,56 a	124,69 a	0,93 a	221 a

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

B. Jumlah daun

Pengamatan pada jumlah daun menunjukkan tidak ada perbedaan antara perlakuan empat kali cabut dan dua kali cabut dalam rumpun, namun berbeda dengan perlakuan dua kali cabut dalam barisan dan dengan perlakuan tanpa cabut, pada perlakuan cabut dua kali dalam rumput menunjukkan angka yang paling tinggi yaitu sebesar 18,11 sedangkan pada perlakuan tanpa cabut memiliki rata-rata jumlah daun sebanyak 14,19 lembar (Tabel 1). Jumlah daun ini ternyata tidak menunjukkan adanya hubungan dengan berat daun, tidak selalu jumlah daun yang banyak akan mendapatkan berat daun yang banyak pula.

C. Berat daun

Hasil pengamatan pada berat daun menunjukkan tidak adanya perbedaan antara perlakuan pencabutan, namun berbeda dengan perlakuan tanpa cabut. Berat daun tertinggi yaitu 86,78 g dicapai pada perlakuan pencabutan 2 kali yang mana jumlah daunnya tidak menunjukkan yang tertinggi yaitu hanya 16,33 lembar (Tabel 1), sedangkan yang memiliki jumlah daun tertinggi 18,11 lembar hanya mendapatkan berat daun 84,22 g. Sedangkan berat daun yang terendah ada pada perlakuan tanpa pencabutan.

D. Berat batang

Berat batang tampaknya ada hubungannya dengan tinggi tanaman, semakin tinggi tanaman akan semakin berta batangnya seperti ditunjukan pada Tabel 1. Berat batang tertinggi dicapai pada perlakuan 4 kali cabut yaitu 216,74 g sedangkan terendah ada pada perlakuan tanpa cabut yaitu 124,69 g dimana perlakuan ini memiliki ketinggian tanaman hanya mencapai 144,41 cm. Data agronomis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata berat batang hampir lebih dari dua kali lipat dari rata-rata berat daun pada semua perlakuan, namun secara statistik hampir tidak menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan.

E. Diameter batang

Rerata diameter batang tanaman jagung pada semua perlakuan secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan, namun berdasarkan besaran angka yang tercantum dalam Tabel 1 terlihat bahwa diameter batang pada perlakuan tanpa dicabut menunjukkan angka yang paling tinggi yaitu 0,93 mm dimana tinggi tanamannya mencapai 144,41 cm lebih rendah dibanding yang lain dengan demikian pada jarak tanam 60 cm x 60 cm tidak terjadi proses pertumbuhan etiolasy.

F. Berat tanaman

Berat tanaman yang tertera pada Tabel 1 secara statistik hampir tidak menunjukkan adanya perbedaan, walaupun antara perlakuan tanpa dicabut dengan perlakuan empat kali dicabut adanya perbedaan namun pada perlakuan dua kali dicabut dalam rumpun sama-sama tidak menunjukkan adanya perbedaan baik yang tanpa dicabut maupun dengan yang dicabut empat kali, hal ini menunjukkan bahwa penanaman jagung rapat secara agronomis untuk setiap individu tanaman tidak berpengaruh nyata, artinya antara individu tanaman yang satu dengan tanaman yang lainnya tumbuh sama sekalipun ada perlakuan jarak tanam. Dengan demikian hasil akhir produktivitasnya akan sama, baik pada produksi jagung maupun pada produksi biomasnya, sehingga yang akan membedakan adalah dari jumlah populasi tanaman persatuan luas.

G. Produksi tebon.

Dalam pola tanam rapat pada tanaman jagung, selain dapat menghasilkan jagung pipilan sebagai pangan juga dapat menghasilkan tanaman jagung sebagai pakan atau lebih dikenal dengan nama tebon (istilah di Yogyakarta) sebagai pakan ternak. Semakin rapat jarak tanam dan semakin luas areal penanaman akan semakin banyak biomassa yang didapat, hasil pengkajian produksi tebon yang dilakukan oleh Supriadi dkk 2009 dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Produksi tebon jagung tanam rapat di Dusun Toboyo Timur, Plembutan, Gunung kidul (t/ha). Th 2008

No	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rataan
		1	2	3		
1	4 kali penjarangan.	23,2	20,8	23,5	67,5	22,5
2	2 kali penjarangan.	21,7	20,1	17,9	59,7	19,9
3	2 kali penjarangan dalam rumpun.	13,2	12,6	13,2	39	13
4	Tanpa penjarangan/pola petani.	1,87	0,88	0,87	3,6	1,2

Sumber : Supriadi 2009

Dari Tabel 2, di atas terlihat bahwa, hasil tebon tertinggi dicapai pada perlakuan empat kali penjarangan yang dilakukan setiap minggu setelah tanaman berumur satu bulan yaitu sebesar 22, 5 t ha⁻¹; yang kedua pada perlakuan dua kali penjarangan yaitu sebesar 19,9 t ha⁻¹; dan yang terkecil pada penanaman dengan tidak dilakukan penjarangan yaitu penanaman biasa untuk menghasilkan jagung pipilan sedangkan tebonnya didapat dari pucuk tanaman setelah tanaman dipanen.

Tingginya hasil tebon pada perlakuan empat kali penjarangan disebabkan dari jarak tanaman yang semakin lebar pada setiap kali penjarangan, dimana saat itu tanaman dalam fase pertumbuhan sehingga pada penjarangan ke dua, ke tiga, dan ke empat tanaman semakin membesar dengan pertumbuhan yang optimal. Untuk melihat produksi jagung pipilan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Produksi jagung pipilan kering pada tanam rapat di Dusun Toboyo Timur, Plembutan, Gunung kidul (t/ha)

No. Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rataan
		1	2	3		
1	4 kali penjarangan.	5,3	4,1	3,8	13,2	4,4
2	2 kali penjarangan.	5,1	4,5	4,2	13,8	4,6
3	2 kali penjarangan dalam rumpun.	4,1	3,8	2,9	10,8	3,6*
4	Tanpa penjarangan/pola petani.	7,7	6,2	5,6	19,5	6,5

Keterangan * = Ada serangan hama.

Hasil jagung pipilan kering tertinggi dicapai pada penanaman yang dilakukan petani sebanyak 6,5 t ha⁻¹, sedangkan terendah pada perlakuan penjarangan dua kali dalam rumpun sebanyak 3,6 t ha⁻¹. Hal ini dikarenakan ada serangan hama. Tingginya hasil pipilan jagung pada penanaman yang dilakukan petani mungkin disebabkan tidak adanya penjarangan sehingga gangguan pada fase pertumbuhan tidak ada, sedangkan pada perlakuan penjarangan ada sedikit gangguan pada saat penjarangan, namun demikian secara hitungan ekonomi dari

produktivitas yang didapat tidak merugikan, karena hal itu dilakukan untuk panen tebon.

Kapasitas tampung ternak.

Daya tampung ternak dari suatu lahan yang ditanami hijauan pakan ternak tergantung dari luasan, jenis tanaman, dan produksinya, untuk tanaman jagung yang dapat dijadikan pakan ternak ruminansia yaitu dari hijauannya sedangkan bijinya di manfaatkan untuk pangan. Daya tampung ternak dari hijauan jagung (tebon) berdasarkan bobot kering, secara teoritis seekor ternak dapat mengkonsumsi bahan kering pakan sebanyak 2-3% dari bobot badan. Satu unit ternak (UT) seberat 350 kg dapat mengkonsumsi bahan kering sebanyak 7-10,5 kg. Berdasarkan hitungan tersebut maka daya tampung ternak pada penanaman jagung rapat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata kapasitas tampung ternak berdasarkan bobot kering tanaman jagung (Tebon)

No. Perlakuan		Jumlah	Bahan kering	Daya tampung
		----- t ha ⁻¹ -----		Unit th ⁻¹
1	4 kali penjarangan.	22,5	20,25	6,5
2	2 kali penjarangan.	19,9	17,91	5,7
3	2 kali penjarangan dalam rumpun.	13	11,7	3,7
4	Tanpa penjarangan/pola petani.	1,2	1,08	0,3

Keterangan UT= Unit Ternak (350 kg berat badan)

Sejalan dengan produksi bahan kering, semakin banyak hasil bahan kering yang diproduksi maka semakin besar atau semakin banyak ternak yang dapat ditampung, Tabel 4 menunjukkan bahwa daya tampung ternak yang tertinggi adalah pada penjarangan empat kali yaitu dapat menampung 6,5 unit ternak pertahun per ha dan yang kedua adalah pada penjarangan dua kali yaitu dapat menampung ternak sebanyak 5,7 unit ternak pertahun per ha.

KESIMPULAN

Produktivitas tanaman jagung dengan pola tanam rapat secara agronomis pada individu tanaman tidak menyebabkan penurunan baik pada tinggi tanaman, jumlah, daun, berat daun, diameter batang maupun pada berat tanaman, sehingga pola tanam ini cocok untuk memproduksi hijauan tanpa menurunkan produktivitas secara individu tanaman.

Produksi biomassa dapat meningkat pada penanaman rapat dikarenakan pada penanaman rapat akan meningkatkan jumlah tanaman persatuan luas. Produksi biomassa (tebon) yang paling tinggi dicapai pada perlakuan 4 kali

pencabutan dengan kapasitas tampung ternak sebanyak 6,5 unit/ha/tahun dan menghasilkan jagung pipilan sebanyak 4,4 t/ha.

DAFTAR PUSTAKA.

- Anonimus.1997. Lembar Peta ZAE dan kesesuaiannya untuk berbagai komoditas pertanian skala 1:300.000. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP), Yogyakarta.
- Menteri Pertanian. 2000. Memposisikan Pertanian Sebagai Poros Penggerak Perekonomian Nasional. Departemen Pertanian.
- Syamsu,J.A, L.A. Sofyan, K. Mudikdjo, E.G. Said, 2003. Daya dukung limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak ruminansia di Indonesia, Wartazoa 10 (1): 20 – 26.
- World Bank. 1991. Staff Appraisal Report, Yogyakarta Upland Area Development Project. Washington, USA.

PENGELOLAAN HARA TANAH DAN PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI DALAM POLA TANAM SAYURAN DATARAN TINGGI DI KOPENG DAN BUNTU

A.Kasno, Ibrahim A. S, dan Achmad Rachman

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Pupuk merupakan sarana produksi yang sangat penting, namun penggunaan yang tidak seimbang dan rasional justru menurunkan efisiensi penggunaan pupuk dan pendapatan petani. Penelitian ini bertujuan menelaah pengelolaan hara tanah dan peningkatan pendapatan petani dalam pola tanam sayuran dataran tinggi. Penelitian dilakukan di Desa Kopeng, Semarang, dan Buntu, Wonosobo, mulai tahun 2006 s/d 2008. Penelitian diawali dengan survei penggunaan pupuk pada petani sayuran dan pengambilan contoh tanah awal diambil pada lahan yang digunakan percobaan dengan kedalaman 0-20 cm. Pada tahun pertama petak perlakuan dibuat 200 m², pemupukan sayuran disusun oleh petani dengan pupuk disediakan. Pada tahun kedua petakan dibagi dua masing-masing dengan luas 100 m², dengan ditambah satu perlakuan introduksi. Perlakuan introduksi merupakan pemupukan yang disusun berdasarkan keseimbangan hara yang ditambahkan dengan hara yang terangkut panen untuk masing-masing tanaman sayuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pemupukan di Kopeng dan Buntu belum seimbang, hara N dan P dalam jumlah tinggi, sedangkan hara K kurang diperhatikan. Pemberian pupuk oleh petani cenderung sangat tinggi, perlakuan introduksi menggunakan jumlah pupuk yang lebih rendah dengan pendapatan petani cenderung lebih tinggi.

PENDAHULUAN

Pupuk merupakan sarana produksi yang sangat penting untuk meningkatkan produksi dan pendapatan petani tanaman sayuran dataran tinggi. Orientasi petani menggunakan pupuk masih didasarkan pada visual fisik tanaman, kadang-kadang justru untuk memenuhi prestise atau kepuasan petani belum berorientasi pada keuntungan. Dengan demikian pupuk yang digunakan baik pupuk organik maupun anorganik untuk sayuran dalam jumlah yang cukup tinggi. Peningkatan jumlah pupuk yang diberikan tidak mempertimbangkan peningkatan hasil, sehingga efisiensi penggunaan pupuk dan pendapatan petani semakin menurun.

Pemupukan seyogyanya mempertimbangkan status kesuburan tanah dan kebutuhan tanaman akan hara tanaman atau keseimbangan hara. Status kesuburan tanah dipengaruhi oleh faktor tanah, iklim, tanaman, dan rotasi dalam satu tahun serta pengelolaan lahan oleh petani. Tanaman sayuran banyak berkembang pada dataran tinggi, terutama pada tanah Andisols. Tanah Andisol berbahan induk abu vulkan, di Jawa didominasi oleh Al dan Si terekstrak amonium oxalat, dan mineral alophan (Van Ranst *et al.*, 2004). Juga disampaikan bahwa erapan hara P maksimum tanah Andisols dari Jawa Timur ke Jawa Barat semakin meningkat berkisar antara 3.902-8.938 $\mu\text{g P g}^{-1}$. Tanah Andisols di Daerah Tawangmangu berbahan induk abu vulkanik, dan jerapan P berkisar antara 93,4 – 94,4% (Apriyana *et al.*, 2009).

Pencucian NO_3 tanah Andisols yang dipupuk N Amonium (40-60 mg/l) lebih tinggi dibandingkan urea dilapisi (coated urea, 30-50 mg/l), substitusi pupuk anorganik dengan kompos dapat menurunkan pencucian NO_3 (Maeda *et al.*, 2003). Selain pencucian, usaha tani sayuran dipengaruhi oleh tingkat erosi, ketersediaan bahan organik, dan keikutsertaan petani dalam penyuluhan (Widiriani *et al.*, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah pengelolaan hara tanah dan peningkatan pendapatan petani dalam pola tanam sayuran dataran tinggi di Desa Kopeng, Kab. Semarang dan Buntu, Kab. Wonosobo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Kopeng, Kab. Semarang dan Desa Buntu, Kab. Wonosobo, mulai tahun 2006 s/d 2008. Penelitian diawali dengan survei untuk mengetahui penggunaan pupuk anorganik dan organik dalam pertanaman sayuran dataran tinggi. Penelitian dilakukan dengan wawancara dengan petani sayuran.

Contoh tanah sebelum diberi perlakuan diambil pada lahan yang digunakan untuk petak perlakuan. Contoh tanah komposit merupakan kumpulan dari 10 anak contoh secara acak pada luasan petak perlakuan. Contoh tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm. Dari ke 10 anak contoh dijadikan satu kemudian diaduk secara merata dan diambil ± 1 kg. Contoh tanah dikeringanginkan, dihaluskan, dan diayak dengan saringan berdiameter 2 mm. Kemudian dianalisis tekstur, C-organik, N-total, P_2O_5 terekstrak Olsen, Ca, Mg, K, KTK terekstrak NH_4OAc 1N pH 7.

Pada tahun pertama penelitian dilakukan dengan perlakuan pemupukan anorganik dan pupuk organik yang disusun oleh petani, luas petakan 200 m².

Pupuk anorganik dan organik disediakan, sehingga para petani menyusun pupuk dengan harapan untuk mencapai hasil yang maksimum.

Pada tahun ke dua dan tiga ditambah dengan perlakuan pemupukan introduksi. Luas petak percobaan dibagi dua masing-masing menjadi berukuran 100 m². Pola pergiliran tanaman sayuran mulai diatur antara yang dipanen daun, umbi, buah kembali ke daun lagi. Dengan penanaman famili brassica terus menerus menyebabkan berjangkitnya akar gada (*club root*). Panen dilakukan pada luasan 1 m² sebanyak 10 lokasi dalam 10 m², hasil dikonversi menjadi t ha⁻¹. Hasil yang disajikan berupa rata-rata ke sepuluh lokasi panen serta dihitung standar deviasinya.

Pemupukan introduksi dihitung berdasarkan keseimbangan hara yang masuk (*in put*) dan yang keluar (*out put*) berdasarkan hasil penanaman tahun pertama.

HASIL PENELITIAN

Sifat tanah pada tanaman sayuran dataran tinggi dan pemupukan

Jenis tanah di Desa Buntu adalah Typic Hapludands, dengan bahan induk abu vulkan intermedier dan pasir, kemiringan lahan 8-15%. Berada di lereng Gunung Sundoro. Tanah bertekstur lempung berpasir dan drainase baik. Rata-rata kadar pasir 55% dan liat 15%. Pola tanam yang biasa dilakukan oleh petani adalah wortel-kentang-bawang daun. Pemupukan yang dilakukan oleh petani di Desa Buntu adalah pupuk kandang ayam 15-20 t/ha, 300–400 kg SP-36, 200 kg urea/ha, dan 100 kg Phonska/ha. Sayuran yang ditanam di daerah tersebut adalah kentang, kol, bawang daun, dan wortel.

Jenis tanah di Desa Kopeng adalah Typic Hapludands, dengan bahan induk abu vulkan intermedier dan pasir, kemiringan lahan 8-15%. Berada di lereng Gunung Merbabu. Tanah bertekstur lempung berpasir dan drainase baik. Pemupukan tanaman sayuran yang dilakukan petani di Desa Kopeng adalah campuran pupuk kandang ayam dan sapi (1:1) sebanyak 20-40 t/ha, dan 50–75 NPK. Sayuran yang ditanam adalah brokoli, bawang daun, kol, dan wortel.

Tanah di Desa Kopeng bertekstur lempung berpasir dengan kadar pasir 45% dan kadar liat 5% (Tabel 1). Tanah bersifat netral dengan pH 6,0, kadar C-organik sedang dan N total rendah. Kadar C-organik dipengaruhi oleh pemberian pupuk kandang setiap kali tanam sayuran, atau dapat 3-4 kali setiap tahun. Kadar P terekstrak Olsen tinggi dan kadar K rendah.

Tanah di Desa Buntu bertekstur lempung, dengan kandungan pasir 46% dan liat 8%, dan bersifat netral. Kadar C-organik sedang dan N total sedang,

serta kadar P terekstrak Olsen termasuk tinggi dan kadar K dapat dipertukarkan rendah. Berdasarkan hasil analisis tanah diketahui bahwa tanah di Buntu lebih subur dibandingkan Kopeng.

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia tanah di lokasi penelitian Desa Kopeng dan Buntu

Sifat tanah	Satuan	Kopeng	Buntu
Tekstur		Lempung berpasir	Lempung
Pasir	%	45	46
Debu	%	50	46
Liat	%	5	8
pH H ₂ O		6,0	6,2
C-organik	%	2,58	3,55
N-total	%	0,24	0,28
Olsen P ₂ O ₅	mg/kg	301	399
Ca-dd	me 100/g	6,98	12,45
Mg-dd	me 100/g	2,56	1,56
K-dd	me 100/g	0,24	0,29
KTK	me 100/g	24,10	29,11
KB	%	41	49

Batas kecukupan hara P tersedia untuk sayuran 25 ppm, hara K dapat dipertukarkan 0,3–0,4 me 100/g tanah, Ca dapat dipertukarkan 2 me 100/g tanah, dan Mg dapat dipertukarkan 0,4–0,5 me 100/g tanah (Dierolf *et al.*, 2000).

Curah hujan di Desa Kopeng tahun 2009 berjumlah 2,851 mm, bulan dengan curah hujan < 100 mm terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan September. Curah hujan di Desa Buntu tahun 2008 dan 2009 masing-masing berjumlah 3.222 dan 2.801 mm, dengan curah hujan < 100 mm terjadi pada Bulan Juni, Juli, Agustus, dan September.

Takaran pupuk berimbang untuk tanaman sayuran

Hasil survei diketahui bahwa pupuk yang digunakan dalam usaha tani sayuran di dataran tinggi Kopeng cukup tinggi. Pupuk urea untuk sayuran 500 kg, SP-36 500-750 kg/ha, KCl 0-500 kg/ha, pupuk kandang 35 t/ha/ musim atau 75 t/ha/tahun (Tabel 2). Demikian juga di Desa Buntu penggunaan pupuk urea, SP-36 dan NPK sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa petani masih mempunyai pendapat bahwa pemupukan yang tinggi dapat meningkatkan hasil yang tinggi.

Pemupukan berimbang merupakan kunci peningkatan hasil tanaman sayuran. Pemupukan berimbang berarti pemberian pupuk sesuai dengan status hara tanah dan kebutuhan tanaman. Berdasarkan hasil analisis tanah di atas pemupukan tanaman sayuran yang harus diberikan adalah hara N dan K. Namun

pemberian pupuk urea > 500 kg/ha perlu dievaluasi kembali, apakah hara yang terangkut panen lebih besar atau kecil dibandingkan hara yang ditambahkan.

Tabel 2. Takaran pupuk yang disusun petani dalam kondisi pupuk tersedia di Desa Kopeng dan Buntu

Tanaman	Urea	SP-36	KCl	ZA	NPK	Pukan
			Kg/ha			t/ha
Kopeng Semarang						
Brokoli	500	500	0	0	0	75
Bawang daun	500	750	0	0	350	35
Buntu, Wonosobo						
Bawang daun	250	750	0	0	150	15
Kentang	500	500	0	0	500	25
Kol	1.000	0	0	0	750	10

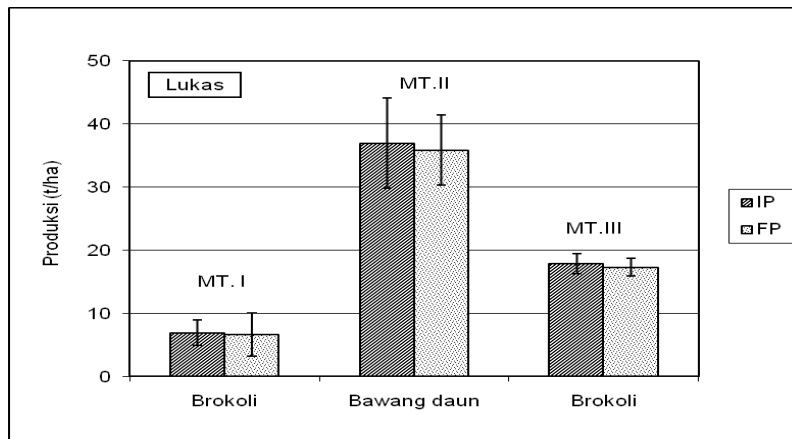
Pemupukan brokoli dan bawang daun sudah jauh lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan petani (Tabel 2). Penyusunan takaran pupuk pada perlakuan praktek petani sudah dipengaruhi oleh perlakuan introduksi (Tabel 3). Hal ini mungkin dipengaruhi oleh penyusunan pemupukan berimbang berdasarkan keseimbangan hara tanaman sayuran. Namun demikian pemupukan tanaman kentang di Kopeng dan kool di Buntu masih sangat tinggi.

Tabel 3. Takaran pupuk petani dan introduksi pada lahan sayuran di Kopeng dan Buntu

Tanaman	Perlakuan	Urea	SP-36	KCl	ZA	NPK	Pukan
				kg ha ⁻¹			t ha ⁻¹
Kopeng							
Brokoli	FP	360	360	0	0	0	43
	IP	0	125	150	125	0	10
Bawang daun	FP	0	0	0	250	250	155
	IP	250	250	500	0	0	30
Kentang	FP	0	0	0	0	1.500	10
	IP	250	250	500	0	0	30
Buntu							
Brokoli	FP	900	0	0	0	200	15
	IP	500	500	125	0	0	15
Bawang daun	FP	800	0	0	0	1.000	30
	IP	250	500	125	0	0	15
Kentang	FP	500	750	0	0	300	30
	IP	500	500	250	0	0	15

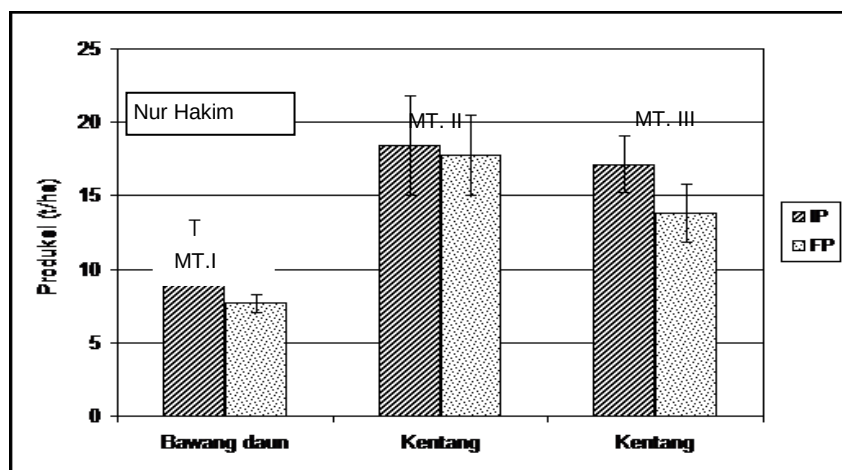
Pengaruh pemupukan terhadap hasil sayuran

Hasil sayuran pada pemupukan introduksi yang dihitung berdasarkan keseimbangan hara terangkut panen dengan hara yang ditambahkan baik dari pupuk anorganik dan organik terlihat sama dengan perlakuan petani (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh pengelolaan hara terhadap hasil sayuran di Desa Kopeng, Kab. Semarang

Penggunaan pupuk yang ditentukan berdasarkan keseimbangan hara akan lebih efisien dan dapat meningkatkan pendapatan petani sayuran dataran tinggi. Hasil sayuran bawang daun dan kentang pada perlakuan introduksi atau pemupukan yang dihitung berdasarkan keseimbangan hara N lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan petani di Desa Buntu (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh pengelolaan hara terhadap hasil sayuran di Desa Buntu, Wonosobo

Demikian halnya di Desa Kopeng, pemupukan berimbang yang disusun berdasarkan keseimbangan hara input dan output dapat meningkatkan produksi tanaman sayuran brokoli dan bawang daun.

Pengaruh pemupukan terhadap pendapatan petani

Pemupukan berimbang untuk tanaman sayuran dataran tinggi dapat meningkatkan keuntungan petani (Tabel 4 dan 5). Keuntungan usaha tani sayuran dengan penerapan pemupukan berimbang meningkat di Desa Kopeng berkisar antara Rp 3–14 juta, dan Desa Buntu berkisar dari Rp 5–23 juta.

Tabel 4. *Out put* dalam bentuk rupiah dan selisih keuntungan antara perlakuan petani dan introduksi di Desa Kopeng

Tanaman	Perlakuan	Out put (Rp 1000)	Selisih keuntungan (Rp 1000)
Brokoli	IP	13.900	2.875
	FP	13.900	
Bawang daun	IP	147.960	14.660
	FP	143.400	
Brokoli	IP	35.800	3.104
	FP	34.640	

Out put dalam bentuk rupiah tertinggi dicapai pada tanaman bawang daun, demikian juga selisih keuntungan tertinggi.

Tabel 5. *Out put* dalam bentuk rupiah dan selisih keuntungan antara perlakuan petani dan introduksi di Desa Buntu

Tanaman	Perlakuan	Out put (Rp 1000)	Selisih keuntungan (Rp 1000)
Bawang daun	IP	69.720	23.045
	FP	46.200	
Kentang	IP	36.900	5.365
	FP	35.560	
Kentang	IP	34.260	8.505
	FP	27.680	

KESIMPULAN

1. Pemupukan tanaman sayuran dataran tinggi di Kopeng dan Buntu sangat tinggi dan tidak berimbang. Pemupukan sayuran di Kopeng: 500 kg urea, 500-750 kg SP-36, 0-500 kg KCl, dan 35 t pupuk kandang/ha/musim. Pemupukan sayuran di Buntu: 250-1.000 kg urea, 500-1.250 kg SP-36, 150-750 kg NPK, dan 10-25 t pupuk kandang ha⁻¹.
2. Kecenderungan petani akan memupuk lebih tinggi jika pupuk disediakan, tidak mempertimbangkan produksi dan pendapatan petani.
3. Pemupukan berimbang dapat meningkatkan produksi dan pendapatan petani sayuran dataran tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyana, Y. Haryono, dan Suciantini. 2009. Analisis peubah iklim dan tanah sebagai faktor penentu mutu internal jeruk keprok Tawangmangu. *Jur. Tanah dan Iklim* 29: 81-100.
- Dierolf, T., T.H. Fairhurst, dan E. Mutert. 2000. Soil fertility kit: A toolkit for acid upland soil fertility management in Southeast Asia. GTZ, FAO, PPI and PPIC. 132 pp.
- Maeda, M., Bingzi Zhao, Yasuo Ozaki, and Tadakatsu Yoneyama. 2003. Nitrate leaching in an Andisols treated with different types of fertilizers. *Environmental Pollution* 121 (2003): 477-487.
- Van Ranst E., S.R. Utami, J. Vanderdeelen, dan J. Shamshuddin. 2004. Surface reactivity of Andosols on volcanic ash along the Sunda arc crossing Java Island, Indonesia. *Geoderma* 123 (2004): 193-203.
- Widiriani, R., S. Sabiham, S. Hadi Sutjahjo, dan I. Las. 2009. Analisis keberlanjutan usaha tani di kawasan rawan erosi (studi kasus di Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat dan Kecamatan Dongko, Kabupaten Trenggalek). *Jur. Tanah dan Iklim* 29: 65-80.

DINAMIKA HARA N, P, K PADA POLA TANAM SAYURAN DI DATARAN TINGGI DIENG

I.A. Sipahutar, L.R. Widowati, dan F. Agus

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian di desa Buntu, kecamatan Kejajar, Kab. Wonosobo, untuk melihat dinamika hara pada pola tanam sayuran dataran tinggi. Terdiri atas dua perlakuan yaitu: 1) *Farmer Practiced* (FP) dan 2) *Improve Practiced* (IP). Rotasi tanaman adalah Bawang daun-kentang-bawang daun. Takaran pupuk masing-masing perlakuan adalah: 1) MH-I tanam bawang daun FP: 15 t pukan ayam ha⁻¹, 900 kg urea ha⁻¹, 200 kg phonska ha⁻¹, IP: 15 t pukan ayam ha⁻¹, 500 kg urea ha⁻¹, 500 kg SP-36 ha⁻¹, 125 kg KCl ha⁻¹. 2) MK tanam kentang FP: 25 t pukan ayam ha⁻¹, 600 kg urea ha⁻¹, 300 kg SP-36 ha⁻¹, 300 kg phonska ha⁻¹ dan IP: 15 t pukan ayam ha⁻¹, 500 kg urea ha⁻¹, 500 kg SP-36 ha⁻¹, 250 kg KCl ha⁻¹, 3) MH-II tanam bawang daun FP: 30 t pukan ayam ha⁻¹, 700 kg urea ha⁻¹, 200 kg SP-36 ha⁻¹, 200 kg phonska ha⁻¹ dan IP: takaran sama dengan pada MH-I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk parameter agronomis perlakuan IP kalah sedikit dari FP, akan tetapi berdasarkan analisis efisiensi agronomis perlakuan IP lebih efisien dan lebih menguntungkan dibandingkan FP. Kadar nitrat tertinggi 305,38 mg kg⁻¹ (FP) dan 216,92 mg kg⁻¹ (IP) didapati pada kedalaman 0-25 cm pada MK 2007, sedangkan pada MH 2007 nitrat bergerak ke lapisan yang lebih dalam. Ada peningkatan residu P dari tanam ke panen selama 3 periode musim tanam. Peningkatan kadar P tertinggi pada MK (IP) sebesar 5 kali lipat, dari 50,50 mg kg⁻¹ saat tanam menjadi 231,17 mg kg⁻¹. Keberadaan hara K dalam tanah bervariasi, Kadar hara K tertinggi 2,34 cmol₍₊₎ kg⁻¹ (IP) dan terendah 0,16 cmol₍₊₎ kg⁻¹ (FP) pada saat tanam kentang. Curah hujan sangat mempengaruhi dinamika hara dalam tanah.

PENDAHULUAN

Kawasan dataran tinggi Dieng merupakan salah satu sentra produksi tanaman sayuran di Jawa Tengah. Sebagai komoditas andalan, kentang (*Solanum tuberosum* L) dan bawang daun (*Allium fistulosum*) merupakan tanaman sayuran yang banyak ditanam di daerah ini dan dataran tinggi lain di Indonesia (Moekasan, 2006). Permintaan pasar yang besar telah mendorong petani untuk meningkatkan produksi sayuran dengan cara menambahkan pupuk anorganik dan organik dalam jumlah besar, mengintensifkan penggunaan lahan melalui pola tumpangsari dan pergiliran tanaman.

N, P, dan K merupakan unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, sehingga ketersediaannya dalam tanah harus diperhatikan. Pemenuhannya adalah dengan cara pemupukan, namun tingkat efisiensi pemupukan umumnya masih rendah. Menurut Finck (1992) pupuk N, P, dan K tunggal bukan merupakan pupuk yang efisien, karena berdasarkan penelitian hanya 50-70% N, 15% P, dan 50-60% K yang mampu diserap tanaman selama musim aplikasi. Rendahnya serapan hara pupuk oleh tanaman diakibatkan oleh gagalnya proses penyediaan hara yang optimum di dalam larutan tanah. Seharusnya pemupukan dilakukan hanya untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman yang tidak dapat disediakan oleh sistem tanah, demikian juga penentuan jenis dan jumlah unsur hara yang diberikan harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, akan tetapi kaidah pemenuhan hara ini sering diabaikan sehingga akan menimbulkan berbagai masalah di antaranya tanaman menjadi kurang sehat, peka terhadap serangan hama penyakit, kualitas produksi menurun dan dapat mencemari lingkungan.

Kebiasaan petani menanam sayuran lebih didasarkan pada *trend* harga di pasar, sehingga sayuran yang harganya cukup baik, stabil dan menguntungkanlah yang akan ditanam walaupun pada akhirnya bersifat monoton (menanam sayuran yang relatif sama sepanjang tahun), ini akan menyebabkan meningkatnya penyakit tular tanah, nematoda, dan insekta (Robert, 2010). Kebiasaan petani yang tidak mengembalikan sisa tanaman sayuran ke lahan telah ikut mendorong terjadinya pengurasan hara (*nutrient mining*) dan ketidak seimbangan hara (*imbalance of essential nutrient*), yang pada akhirnya akan mengganggu produktivitas tanaman sayuran. Untuk menjamin tetap terpeliharanya tingkat kesuburan tanah maka diperlukan tindakan pengelolaan lahan dan pemupukan yang didasarkan pada kebutuhan hara tanaman dengan memperhatikan dinamika hara di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dinamika hara pada pola tanam sayuran bawang daun-kentang-bawang daun

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di desa Buntu Kec. Kejajar Kab. Wonosobo, Jawa Tengah. Berlangsung dari Maret 2007-Februari 2008, pada ketinggian 1.375 m dpl. Tanah yang digunakan dalam penelitian adalah Typic hapludans. Lokasi penelitian ditetapkan melalui tahapan survey dan kegiatan *participatory rural appraisal* (PRA). Ukuran petak perlakuan adalah 10 m x 10 m (100 m²) yang dikelola selama tiga musim tanam berturut-turut. Pada tiap petak perlakuan dibuat guludan-guludan dengan ukuran lebar 50 cm dan panjang sesuai dengan keinginan petani. Contoh tanah komposit diambil pada saat sebelum tanam

untuk mengetahui karakteristik tanah sebelum penelitian pada lapisan kedalaman 0–20 cm dari 10 titik pengambilan. Selanjutnya contoh tanah di kompositkan, lalu diproses dan diuji laboratorium. Untuk mengetahui intensitas curah hujan maka alat penakar curah hujan (ombrometer) dipasang di lokasi penelitian. Jarak tanam bawang daun 25 cm x 20 cm dan kentang 40 cm x 60 cm. Penelitian ini terdiri atas dua perlakuan: 1) *Farmer Practiced* (FP) dan 2) *Intensive Practiced* (IP). Pada perlakuan FP teknik penanaman, pemupukan, pemeliharaan, pemberantasan hama dan penyakit sesuai dengan cara yang biasa dilakukan petani setempat. Sedangkan IP dibedakan dalam teknik pemupukan yaitu jenis, takaran dan waktu pemupukan. Takaran pupuk untuk masing-masing perlakuan di tiap musim tanam adalah: 1) MH-I tanam bawang daun FP: 15 t pakan ayam ha⁻¹, 900 kg urea ha⁻¹, 200 kg phonska ha⁻¹, IP: 15 t pakan ayam ha⁻¹, 500 kg urea ha⁻¹, 500 kg SP-36 ha⁻¹, 125 kg KCl ha⁻¹. 2) MK tanam kentang FP: 25 t pakan ayam ha⁻¹, 600 kg urea ha⁻¹, 300 kg SP-36 ha⁻¹, 300 kg phonska ha⁻¹ dan IP: 15 t pakan ayam ha⁻¹, 500 kg urea ha⁻¹, 500 kg SP-36 ha⁻¹, 250 kg KCl ha⁻¹, 3) MH-II tanam bawang daun FP: 30 t pakan ayam ha⁻¹, 700 kg urea ha⁻¹, 200 kg SP-36 ha⁻¹, 200 kg phonska ha⁻¹ dan IP: 15 t pakan ha⁻¹, 500 kg urea ha⁻¹, 500 kg SP-36 ha⁻¹ dan 125 kg KCl. Pada perlakuan FP pupuk kandang ayam diberikan saat tanam, pupuk urea diberikan tiga kali pada MH-I, yaitu 1/3 takaran saat tanam, 1/3 pada 30 HST, dan 1/3 lagi 50 HST, sedangkan pada MK dan MH-II diberikan dua kali yaitu 2/3 takaran diberikan saat tanam, 1/3 takaran saat tanaman berumur 1 bulan, phonska diberikan pada 50 HST dengan cara dikocor. Sedangkan IP, pakan dan SP-36 diberikan saat tanam, urea dan KCl diberikan 2 kali yaitu 1/2 takaran saat tanam dan 1/2 takaran lagi saat tanaman berumur 21 HST. Pemberian pupuk susulan dilakukan dengan sistem tugal. Untuk melihat dinamika hara N, P, dan K di dalam tanah maka tiap musim tanam dilakukan pengambilan contoh tanah dua kali yaitu pada saat tanam dan panen pada empat lapisan kedalaman 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, dan 75-100 cm dengan menggunakan bor (*auger*). Ukuran petak panen adalah 1 m x 1 m dan ada 10 petak panen tiap petak perlakuan. Contoh tanah dan tanaman diproses dan dianalisis di laboratorium.

Parameter yang di amati:

1. Agronomis tanaman: tinggi tanaman, bobot basah brankasan (ditimbang saat panen), bobot kering brankasan (setelah dioven pada suhu 70 °C selama 48 jam), serapan hara dan efisiensi agronomisnya.
2. Sifat kimia tanah: pH tanah (H₂O 1:2), C-org (Walkley & Black) N-total (Kjeldahl), N-NO₃⁻(pengekstrak CaCl₂ 0.01N), N-NH₄⁺(pengekstrak KCl 1N), P tersedia (Bray I), K (Am. Asetat 1M pH 7)

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Tanah Percobaan

Hasil analisis tanah di Desa Buntu, Kec. Kejajar, Kab. Wonosobo yang digunakan sebagai lahan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia dan fisika tanah Desa Buntu, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo

No	Parameter	Satuan	Nilai	Harkat*
1	Tekstur			Lempung berpasir
	Pasir	%	52	
	Debu	%	31	
	Liat	%	17	
2	pH (1:5)			
	H ₂ O		5,7	Agak masam
	KCl		5,2	
3	C (Walkley & Black)	%	3,98	Tinggi
4	N (Kjeldahl)	%	0,31	Sedang
5	C/N		13	Sedang
6	P ₂ O ₅ (HCl 25%)	mg 100g ⁻¹	346	Sangat Tinggi
7	K ₂ O (HCl 25%)	mg 100g ⁻¹	13	Rendah
8	P ₂ O ₅ (P-Tersedia)	ppm	177	Tinggi
9	Ca-dd	cmol(+) kg ⁻¹	6,59	Sedang
10	Mg-dd	cmol(+) kg ⁻¹	0,79	Rendah
11	K-dd	cmol(+) kg ⁻¹	0,17	Rendah
12	Na-dd	cmol(+) kg ⁻¹	0,11	Rendah
13	CEC	cmol(+) kg ⁻¹	29,30	Tinggi
14	Retensi P	%	76,6	Tinggi
15	Kejenuhan basa	%	26	Rendah

*) Berdasarkan kriteria oleh Balai Penelitian Tanah 2005

Hasil analisis tanah awal memperlihatkan bahwa tanah di lokasi penelitian bertekstur lempung berpasir, dengan kadar pasir yang cukup tinggi (52%) dan dengan kemiringan 8–15% akan menyebabkan tanah berdrainase baik, sehingga cocok untuk tanaman kentang yang sangat peka terhadap genangan air. C-organik tanah (3,98%), P tersedia (177 ppm) tergolong tinggi, hal ini disebabkan karena adanya kebiasaan petani memberikan pukan dalam jumlah besar (di atas 25 t ha⁻¹) pada musim tanam sebelumnya. K-potensial dan K-tersedia rendah, ini juga karena petani tidak biasa memberikan pupuk KCl pada tanaman sayurannya dan sangat sedikit sisa tanaman yang dikembalikan ke lahan.

Agronomis tanaman

Secara *numeric* tinggi tanaman bawang daun dan kentang pada perlakuan FP unggul tipis di banding IP pada pengamatan 50 HST, akan tetapi secara visual di lapangan perbedaan itu tidak terlihat. Bobot basah brankasan bawang daun lebih berat 27,68% (MH-I 2007) dan 15,91% (MH-II 2007) pada perlakuan FP di banding IP, demikian juga pada tanaman kentang lebih berat 5,31% pada FP. Akan tetapi untuk bobot brankasan kering tanaman kentang, paket IP lebih berat 21,70% di banding praktek petani. Kalau dilihat dari sisi produksi, ada peningkatan hasil bawang daun dari 27,52 t ha⁻¹ (MH-I) mejadi 29,21 t ha⁻¹ (MH-II) pada perlakuan FP sedangkan IP meningkat dari 19,9 t ha⁻¹ (MH-I) menjadi 24,56 t ha⁻¹ (MH-II). Sementara itu produksi kentang pada MK 2007 adalah 26,09 t ha⁻¹ (FP) dan 24,52 t ha⁻¹ (IP). Produksi bawang daun belumlah maksimal karena menurut IFA Publications (2006) untuk daerah tropis dan sub tropis produksinya antara 30–45 t ha⁻¹, hal ini disebabkan oleh masih rendahnya tingkat efisiensi pemupukan. Pemberian pupuk urea dengan displit 3 kali dan cara pemberian pupuk susulan NPK dengan cara dikocor diduga telah ikut berperan dalam peningkatan serapan hara dan produksi bawang daun pada perlakuan FP, karena menurut Wahyudi (2010) pada saat pemupukan kedua, akar tanaman telah tumbuh lebih dalam sehingga dengan pengocoran atau penyiraman setelah dipupuk akan menyebabkan hara pupuk cepat mencapai zona perakaran dan tersedia bagi tanaman.

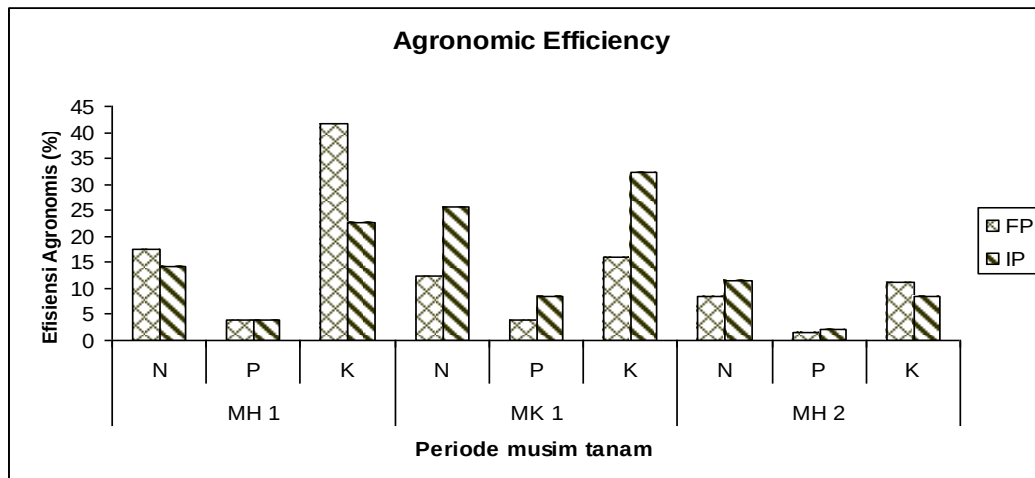
Serapan hara

Ada korelasi positif antara serapan hara dengan produksi bawang daun dan kentang pada paket pemupukan IP. Serapan hara N tertinggi terjadi pada saat panen kentang sebesar 123,84 kg N ha⁻¹, sedangkan terendah pada MH-II (saat panen bawang daun) sebesar 55,08 kg N ha⁻¹. Rendahnya serapan hara disebabkan tingginya kehilangan N akibat penguapan, tercuci ke lapisan yang lebih dalam sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian pupuk urea dengan cara disebar menurut Westermann and Sojka (1996) telah turut menurunkan serapan N tanaman. Selain itu kedua perlakuan memperlihatkan bahwa pada MK 2007 tanaman kentang banyak menyerap hara N, P, dan K. Hal ini disebabkan karena pada MK 2007 curah hujan sangat rendah sehingga sangat sedikit hara yang hilang dari zona perakaran, keberadaan hara yang besar di zona perakaran telah meningkatkan potensi serapan hara oleh akar tanaman.

Agronomic nutrient efficiency

Efisiensi agronomis hara dapat diketahui dengan membandingkan jumlah hara yang terangkut oleh tanaman dengan jumlah hara dari pupuk yang

ditambahkan dan yang ada di dalam tanah (Jagadeeswaran *et al*, 2005 and Milkha *et al*, 2001).



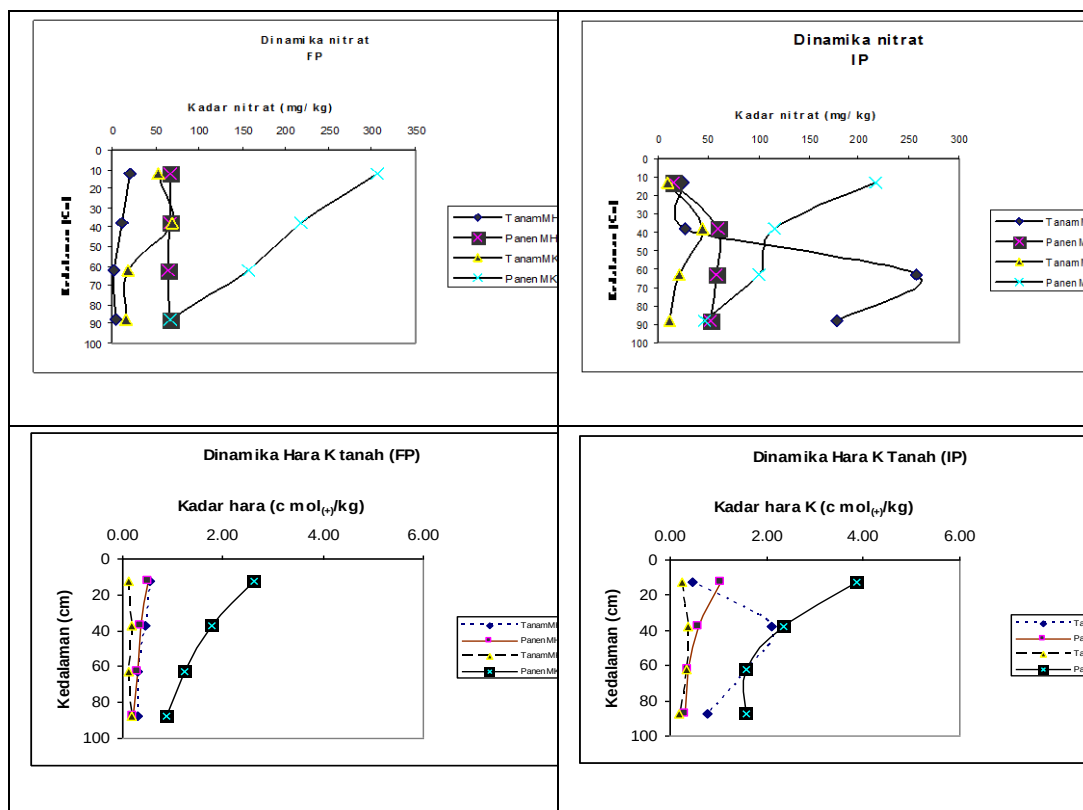
Gambar 1. Grafik efisiensi agronomis hara N, P, dan K pada perlakuan FP dan IP selama 3 periode musim tanam

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa ternyata praktek pemupukan IP lebih efisien dibandingkan praktik petani pada tanaman kentang (MK) dan bawang daun (MH- II) dan tidak untuk bawang daun (MH-I) sebagaimana terlihat pada gambar 1. Hal ini dikarenakan pada perlakuan FP, MH-I selain takaran pupuk kandang hanya 15 t ha⁻¹ juga karena pupuk urea di split 3 kali sehingga pemupukannya lebih efisien, sedangkan pada MK dan MH-II takaran pupuk kandang pada perlakuan FP di tingkatkan menjadi 25 t ha⁻¹ dan 30 t ha⁻¹ sedangkan pada IP tetap 15 t ha⁻¹.

Sifat kimia tanah

pH tanah awal sebelum dilakukan penelitian adalah 5,7 namun berdasarkan pengamatan sepanjang tiga periode musim tanam terlihat ada peningkatan pH tanah dari MH-I ke MK, kemudian turun kembali pada MH-II. Secara umum rata-rata pH pada perlakuan IP lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan FP. Rendahnya pH pada perlakuan FP karena pemberian pupuk urea dan pupuk kandang dalam jumlah besar, sehingga menurut Winarso (2005) disaat urea mengalami nitrifikasi akan melepaskan ion H⁺, selain itu pupuk kandang melalui proses perombakan yang dilakukan oleh mikroorganisme akan menyumbang senyawa-senyawa asam organik yang dapat menurunkan pH tanah.

Pada MH-I di petak perlakuan petani terjadi penurunan kadar C organik dari 3,58% menjadi 3,28% dan petak introduksi pemupukan dari 3,18% menjadi 3,07%. Semetara pada MK dan MH-II ada peningkatan kadar C-organik pada FP dari 2,55% menjadi 3,26% dan dari 3,01% ke 3,24% sedangkan pada perlakuan IP terlihat lebih stabil.

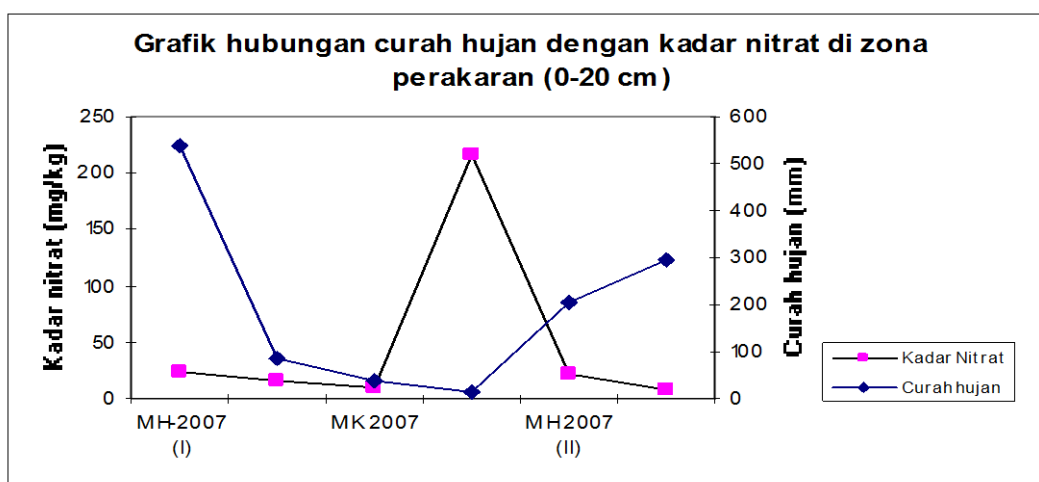


Gambar 2. Pola pergerakan nitrat dan K pada masing-masing perlakuan di lokasi penelitian selama MH dan MK 2007

Pada lahan kering keberadaan nitrat dalam zona perakaran tanaman sayuran sangat penting, karena umumnya tanaman menyerap hara N dalam bentuk ion NO_3^- dan sangat sedikit dalam bentuk NH_4^+ . Keberadaan nitrat dalam tanah terpantau dari hasil analisis tanah tanam dan panen. Gambar 2 menunjukkan bahwa ada kecenderungan pergerakan nitrat dari lapisan atas ke lapisan yang lebih dalam pada MH 2007. Kadar nitrat yang tinggi ada di lapisan 50-75 cm sebesar $256,90 \text{ mg kg}^{-1}$ (IP), hal sebaliknya terjadi pada MK 2007, dimana nitrat cenderung dominan berada di lapisan atas. Bergeraknya nitrat ke lapisan yang lebih dalam akan sulit bagi akar tanaman untuk menyerapnya, dan bila kadar nitrat yang tinggi ini memasuki zona perairan akan membahayakan

pengguna air, karena kadar nitrat dalam air yang dianjurkan oleh WHO menurut Lenntech (2008) untuk kesehatan adalah $<10 \text{ mg l}^{-1}$ atau tidak melebihi batas toleransi sebesar 50 mg l^{-1} . Terjadinya pergerakan nitrat menuju ke lapisan yang lebih dalam sesuai dengan penelitian yang dilakukan Wang and Alva (1996) dimana pencucian nitrat terjadi akibat curah hujan yang tinggi, terutama pada tanah yang kandungan pasirnya cukup tinggi, bahkan kehilangan N melebihi 88% bila N diberikan dalam bentuk NH_4NO_3 yang cepat tersedia.

Selanjutnya Vermoesen *et al.* (1993) menegaskan bahwa selain curah hujan, evapotranspirasi, dan tekstur tanah juga berperan dalam menentukan lama tidaknya keberadaan nitrat di dalam tanah dalam kondisi dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Sementara itu sangat sedikit kadar amonium yang terukur sepanjang penelitian dan semakin dalam lapisan tanah maka kadar amonium juga semakin rendah.



Gambar 3. Pola hubungan antara curah hujan dengan kadar nitrat dalam tanah pada MH 2007 dan MK 2007

Ada penurunan kadar N-total dari tanam sampai panen di tiap musim tanam, hal ini akibat adanya proses perombakan bahan organik tanah dan adanya serapan hara N oleh tanaman di sepanjang masa pertumbuhan tanaman, semakin dalam lapisan tanah maka kadar bahan organik juga semakin rendah yang biasanya diikuti pula dengan penurunan kadar N-total tanah.

Tabel 2 menunjukkan ada tendensi peningkatan kadar hara P dalam tanah dari saat tanam ke panen. Peningkatan kadar P tertinggi pada MK (IP) sebesar 5 kali lipat, dari $50,50 \text{ mg kg}^{-1}$ saat tanam menjadi $231,17 \text{ mg kg}^{-1}$. Keberadaan hara K dalam tanah bervariasi, Kadar hara K tertinggi $2,34 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ (IP) dan terendah $0,16 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ (FP) pada saat tanam kentang. Pada Tabel 2 jelas terlihat bahwa tanaman bawang daun tanggap terhadap hara N dan

K dimana terlihat ada penurunan kadar hara ini dari saat tanam ke saat panen, selain diserap tanaman penurunan kadar hara N dan K dapat juga disebabkan karena hilangnya hara ini dari zona perakaran akibat tercuci ke lapisan yang lebih dalam bersama arus air.

Tabel 2. Kadar hara tanah saat tanam dan panen selama tiga periode musim tanam di Desa Buntu, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo

Rotasi tanaman	Waktu sampling	Kadar hara					
		N		P		K	
		FP	IP	FP	IP	FP	IP
		-----%.-----		-----mg kg ⁻¹ -----		-----cmol(+) kg ⁻¹ -----	
Bawang daun	Tanam	0,16 ± 0,07	0,21 ± 0,04	55,00 ± 43,84	37,00 ± 29,70	0,39 ± 0,11	1,23 ± 0,75
	Panen	0,12 ± 0,08	0,13 ± 0,05	97,50 ± 66,23	97,33 ± 50,91	0,35 ± 0,13	0,58 ± 0,35
Kentang	Tanam	0,26 ± 0,02	0,34 ± 0,02	47,00 ± 25,46	50,50 ± 13,44	0,16 ± 0,03	0,29 ± 0,08
	Panen	0,31 ± 0,05	0,30 ± 0,03	153,17 ± 94,52	231,17 ± 108,60	1,63 ± 0,77	2,34 ± 1,08
Bawang daun	Tanam	0,20 ± 0,07	0,25 ± 0,05	71,00 ± 20,81	67,00 ± 13,54	0,73 ± 0,32	0,66 ± 0,20
	Panen	0,20 ± 0,05	0,18 ± 0,06	108,67 ± 68,47	70,99 ± 25,26	0,76 ± 0,20	0,86 ± 0,32

KESIMPULAN

Walaupun secara kuantitatif dalam skala produksi praktek pemupukan petani lebih tinggi dari paket *Improve practiced* (IP), namun pemupukan IP lebih efisien dibandingkan FP terutama pada MK 2007 dan MH-II 2007. Dinamika hara N, P, dan K sangat dipengaruhi oleh kadar air atau curah hujan di lokasi penelitian, semakin tinggi curah hujan maka kadar nitrat dan K dalam tanah semakin kecil akibat tercuci ke lapisan yang lebih dalam. Ada peningkatan residu P tanah pada saat panen di setiap periode musim tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah, 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Finck, A. 1992. Fertilizer and their efficient use. In the IFA Word Fertilizer Use Manual.
- IFA Publications. 2006. World Fertilizer Use Manual: Onion
- Jagadeeswaran, R, V. Murugappan, and M. Govindaswamy, 2005. Effect of Slow Release NPK Fertilizer Sources on the Nutrient use Efficiency in Turmeric (*Curcuma longa* L.). World Journal of Agricultural Sciences 1 (1): 65-69.
- Lenntech. 2008. Nitrate and Nitrite Critical Value. Water treatment and air purification Holding B.V. Rotterdamseweg. 402 M. Netherlands

- Milkha S. Aulakh, T. S. Khera, John W. Doran, and Kevin F. Bronson, 2001. Managing Crop Residue with Green Manure, Urea, and Tillage in a Rice–Wheat Rotation. Soil Sci. Soc. AM. J., Vol. 65.
- Moekasan, T. K. 2006. Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Kubis dan Kentang serta Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang
- Robert, R. E. 2010. Vegetable Rotations, Successions and Intercropping. US Departement of Agriculture and the County Commissioners Courts Cooperating. Texas
- Vermoesen, A., O. Van Cleemput and G. Hofman. 1993. Nitrogen Loss Processes: Mecanisms and Importance. Pedologie. XLIII-3. Faculty Agricultural and Applied Biological Sciences. University of Ghent. Belgium.
- Wahyudi. 2010. Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Wang, F.L and A. K. Alva. 1996. Leaching of Nitrogen from Slow Release Urea Sources in Sandy Soils. Soil Sci. Soc. America Journal 60: 1454-1458
- Westermann D.T and R. E. Sojka. 1996. Tillage and Nitrogen Placement Effects on Nutrient Uptake by Potato. Soil Sci. Soc. America Journal 60: 1448-1453
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta. 42-44.

PHOSPHORUS BALANCE ON BROCCOLI YIELD PLANTED ON HIGHLY UPLAND AREA

L. Anggria, A. Kasno, dan I.A. Sipahutar

ABSTRACT

*Fertilizer P applications together with two farming practice can have a lasting effect on soil fertility and can result in pollution of waterways. The purpose of this study was to identify relationships between P fertilization and plant respons for prediction of P balance in Farmer practiced and Intensive practiced. This research was conducted in Kopeng, Central Java. Three cropping seasons Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.) – Leek (*Allium porrum*) - Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.) were planted and harvested from March, 2007 to February 2008. The growth of broccoli was slightly lower in the first season than in the third season. The broccoli yields varied between 7.6 and 20.5 t ha⁻¹. P balance both Farmer practiced and Intensive practiced were negative in first season. While in third season, the P balance were positive.*

INTRODUCTION

The commercial vegetable production systems are important to supplement the demand for fresh vegetables in Indonesia. Farmers want to ensure good yields, and apply so much fertilizer that much of it is wasted. Chemical fertilizers are a vital part of modern agriculture. However, although chemical fertilizers have made possible large yield increases, there are some problems in their efficient use. Increased P fertilization may release P from the field can cause eutrophication (Karpinets *et al.*, 2004). Even though P is not easily leached from soils, it can be a potential pollutant of surface waters. Phosphorus enters surface water through soil erosion. Not all the P added as fertilizer will remain available to the first crop, however, the residual will remain in the soil to be taken up by later crops.

Phosphorus apparently stimulates young root development and earlier fruiting (earliness). It is essential in several biochemicals that control photosynthesis, respiration, and many other plant growth and development processes. The objective of this study was to identify relationships between P fertilization and plant respons for prediction of P balance. Soils from Kopeng-Central Java were used with two land treatment practices. P-extractable with Bray 1 was used as an estimate of potential P release from soil to solution.

MATERIALS AND METHODS

Site Description

This research was conducted in Kopeng, Central Java. Representative sample of surface soil (0-20 cm depth) collected from the experimental field before the start of the experiment was analyzed. Three cropping seasons (Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.) – Leek (*Allium porrum*) - Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.)) were planted and harvested from March, 2007 to February 2008. Plant spacing for Broccoli was 60 cm x 80 cm. Crop yield data were corrected by a factor of 0.8 to account for plot border.

Monthly rainfall from January to December 2006-2007 are presented in Fig 1. Between January and May 2007, monthly rainfall ranged from 152 to 396 mm, while from June to October 2007, the rainfall was 0 to 9 mm.

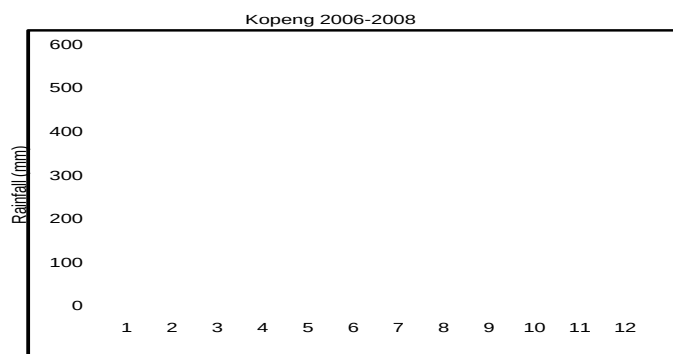


Fig 1. Rainfall

Two farming practice were arranged with three replications, Intensive practiced (IP) and Farmer practiced (FP). In Farmer practiced, the planting, and fertilizing depends on farmer. Compost of animal manure, SP 36, KCl, ZA, NPK, Lime were applied in FP and IP (Table 1).

Table 1. Fertilizer treatments in the field experiment (kg ha⁻¹)

	Urea	SP 36	KCl	ZA	NPK	Lime	Animal manure
FP	0	0	0	181	272	0	0
IP	0	125	250	125	0	750	43

Soil and plant analysis

Representative sample of surface soil (0-20 cm depth) collected from the experimental field before the start of the experiment was analyzed. The samples

were air-dried and sieved through 2 mm sieve before analysis. Texture was determined by the pipette sedimentation procedure. Soil pH was measured in water at a soil to water ratio of 1:5. Organic carbon (C) was determined by Walkley and Black. The P available was determined by Bray 1. Total Nitrogen by Kjeldahl. While exchangeable bases (cations with a basic character: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , and Na^{+}) are extracted from the soil using ammonium acetate buffer (NH_4 -acetate pH 7).

Composite soil samples according to the horizon depths were selected from the plots. The samples were air-dried and sieved through 2 mm sieve before analysis. The P available was determined by Bray 1.

Plant samples were analyzed for P content. Oven dried broccoli were ground for analysis. Phosphorus concentrations in plant tissue were determined using a Spectrophotometer after soaking dried plant material in HClO_4 and HNO_3 . Total uptake P was calculated from broccoli yield, correction factor of broccoli (oven dry yield) and from nutrient concentrations in broccoli sample.

RESULTS AND DISCUSSION

The soil properties

The soil properties show in Table 2, soil texture was sandy loam, pH was slightly acid, organic C was relatively high, total N was moderate. Available P (extract Bray 1) was moderate. Exchangeable calcium and magnesium were moderate. Exchangeable potassium and sodium were low. It may be concluded that in general the chemical soil fertility of the selected sites is high due to values of CEC, organic matter and available P.

Table 2. Soil Properties

Sand (%)	44.6
Silt (%)	50.2
Clay (%)	5.2
pH H_2O (1 : 5)	6.0
C (%)	2.85
N (%)	0.24
C/N	12
Bray 1 P_2O_5 (ppm)	77.5
Exchangeable bases (cmol(+)/kg) :	
Ca	6.98
Mg	2.56
K	0.24
Na	0.04
CEC	24.10
BS	41

The Available P

The Available P (Bray 1 method) shows in figure 2, distribution of P decrease from topsoil to subsoil in FP and IP. In most soils P availability is highest in the surface plow layer and much lower in subsoil (Hanway and Olson, 1980). Usually the surface 15–20 cm of soil is naturally higher in P than the subsoil because P is transported to the surface by plant growth over years of soil development (Barber, 1980). Residual P increase after fertilizer additions in PS III because fertilizer P remained in plant available forms for a long period after its application.

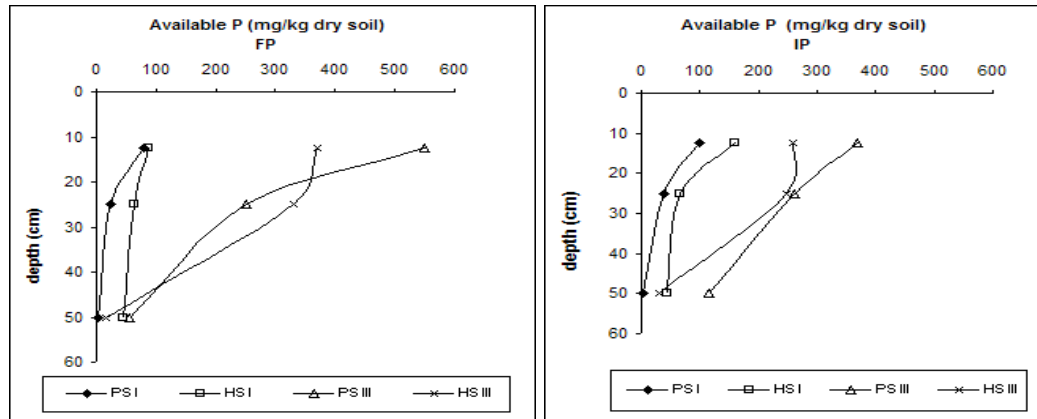


Fig 2. Distribution of P with depth in two farming practice

Crop growth

The growth of broccoli was slightly lower in the first season than in the third season. The broccoli yields varied between 7.6 and 20.5 t ha⁻¹ (Fig 3). The crop yields at the IP treatments slightly different with the FP treatments.

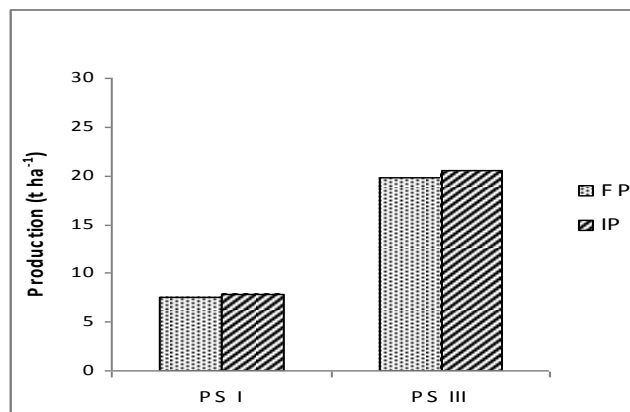


Fig 3. Yield production of KNOL

P-Balance

Negative balance of P was found under PS I because not all the P added as fertilizer will remain available to the first crop, however, the residual will remain in the soil to be taken up by later crops. In FP (0-25 cm), the value of P balance almost zero compare to IP.

In PS III, positive balance of P was found, except for negative P balance under Farmer practiced in 25-50 cm depth (Table 3). P balance of IP was relatively low compare to FP in PS III(0–25 cm depth) It may be possible because the animal manure and lime were added in IP. Organic compounds in soils increase P availability by formation of organophosphate complexes that are more easily assimilated by plants and increasing the quantity of organic P mineralized to inorganic P (Havline *et al.*, 2004). While in Santoso, 1998, organic matter reduces soil fixation of applied P and increases P uptake by crops. Application of organic matter at 4.8 t ha⁻¹, in combination with liming, on an Ultisol in West Java, improved the applied P fertilizer and increased the yield of maize from 33.5 to 56 kg grain per kg of P applied.

Based on the association found between P initial, P manure, P uptake marketable, P uptake residue and P harvest, we attempted estimating P balance by equations.

$$P \text{ balance} = (P \text{ initial} + P \text{ Manure}) - (P \text{ uptake marketable} + P \text{ uptake residue} + P \text{ harvest})$$

Table 3. P- Balance

Depth (cm)	P Initial		P manure		P uptake marketable		P uptake residue		P harvest		P-Balance	
	FP	IP	FP	IP	FP	IP	FP	IP	FP	IP	FP	IP
PS I												
	----- kg P ha ⁻¹ -----											
0-25	55.189	69.859		0.012	0.692	0.751	0.713	0.703	60.777	112.473	-7	-44
25-50	16.068	27.944		0.012	0.692	0.751	0.713	0.703	44.710	45.408	-30	-19
50-75	2.096	2.794		0.012	0.692	0.751	0.713	0.703	31.437	31.437	-31	-30
PS III												
0-25	383.527	257.780		0.012	1.802	1.948	1.357	1.346	259.177	179.538	121	75
25-50	175.346	181.634		0.012	1.802	1.948	1.357	1.346	230.535	173.251	-58	5
50-75	38.423	80.338		0.012	1.802	1.948	1.357	1.346	10.479	20.259	25	57

Agronomic efficiency

The agronomic P efficiency is an indicator used for both estimating total fertilizer P needs and optimizing P management. AEP is the yield increase per unit fertilizer P applied (Witt *et al.*, 2007). Agronomic efficiency due to P

fertilization were calculated as kg/kg P₂O₅ are presented in table 4. The result indicated the efficiency increase from PS I to PS III. While the efficiency in FP was higher than IP with 186 and 485 kg/kg P₂O₅ on PS I and PS III. In this research, the agronomic efficiency was not effected by animal manure on IP.

Agronomic P efficiency equations (Jagadeeswaran *et al*, 2005 and Milkha *et al*, 2001):

$$AEP = \frac{\text{Yield in fertilized plot}}{\text{Quantity of fertilizer nutrient applied}}$$

Table 4. Agronomic P efficiency

	Production		P manure (P organik)		P inorganik		P-Agronomic efficiency	
	FP	IP	FP	IP	FP	IP	FP	IP
	----- kg ha ⁻¹ -----						kg yield/kg P ₂ O ₅	
PS I	7600	7900	0	1.2	41	45	186	171
PS III	19800	20500	0	1.2	41	45	485	444

CONCLUSIONS

The results of our field study in Kopeng indicated that P balance both Farmer practiced and Intensive practiced were negative in first season. While in third season, the P balance were positive. Residual P increase after fertilizer additions in third season because fertilizer P remained in plant available forms for a long period after its application.

REFERENCES

- Hanway J.J. and R.A. Olson 1980. Phosphate nutrition of corn, sorghum, soubean, and small gains. *In* Khasawneh, F.E., Sample, E.C., and Kamprath, E.J. The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA. P. 600. P. 687.
- Havlin John L., James D. Beaton, Samuel L. Tisdale, and Werner L. Nelson. 2004. Soil Fertility and Fertilizers. Seventh edition. Peerson Prentice Hall. P, Jew Jersey. p. 176.
- Milkha S. Aulakh, T. S. Khera, John W. Doran, and Kevin F. Bronson. 2001. Managing Crop Residue with Green Manure, Urea, and Tillage in a Rice–Wheat Rotation. Soil Sci. SOC. AM. J., VOL. 65.

- Jagadeeswaran R., V. Murugappan and M. Govindaswamy, 2005. Effect of slow release NPK fertilizer sources on the nutrient use efficiency in turmeric (*Curcuma longa* L.). World Journal of Agricultural Sciences 1 (1): 65-69. ISSN 1817-3047
- Santoso, D.,1998. Development of phosphorus fertilizer use on acid soils in Indonesia. IMPHOS International Conference On Nutrient Management For Sustainable Crop Production In Asia. pp. 75-84. In L. Cisse & B. Amar (Eds.). Bali, Indonesia, December 9-12, 1996. The World Phosphate Institute, Casablanca, Morocco
- Barber Stanley A. 1980. Soil-Plant interactions in the phosphorus nutrition of plants. p. 600 In Khasawneh, F.E., Sample, E.C., and Kamprath, E.J. The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
- Karpinets, T. V., D. J. Greenwood and J. T. Ammons, 2004. Predictive mechanistic model of soil phosphorus dynamics with readily available inputs. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:644-653.
- Witt, C., J.M.C.A. Pasuquin, R.J. Buresh, and A. Dobermann, 2007. The principles of site-specific nutrient management for maize. International Potash Institute Research Findings: e-ifc No. 14.

PEMUPUKAN BERIMBANG PADA TANAMAN CABAI PADA TANAH TYPIC HAPLUDANDS DI CIKEMBANG, SUKABUMI

Joko Purnomo

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah Bogor

ABSTRAK

Usaha tani sayuran seperti cabai umumnya menggunakan input yang tinggi termasuk pupuk anorganik terutama pupuk urea, ZA, SP-36, dan KCl serta pupuk organik secara terus menerus setiap musim tanam, sehingga kurang efisien, dan tidak rasional lagi dengan peningkatan hasil. Keadaan ini akan mempercepat pengurasan hara lainnya sehingga akan mengganggu keseimbangan hara, menurunkan produktivitas dan lingkungan. Tujuan penelitian untuk mempelajari pengaruh pemupukan terhadap keseimbangan hara dan hasil cabai pada Typic Hapludands. Penelitian telah dilaksanakan pada lahan petani di Cikembang, Sukabumi-Jawa Barat (± 800 m dpl) pada MK 2003 dengan menguji perlakuan kombinasi antara takaran pupuk NPK dan pupuk kandang. Menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) sebagai berikut: 1. kontrol (tanpa pupuk); 2. praktek petani ($90 \text{ N} + 160 \text{ P}_2\text{O}_5 + 90 \text{ K}_2\text{O} + 20.000$ pukan kg ha^{-1}); 3. rekomendasi Diperta Sukabumi ($225 \text{ N} + 216 \text{ P}_2\text{O}_5 + 250 \text{ K}_2\text{O} + 20.000$ pukan kg ha^{-1}); 4. rekomendasi Balitsa ($200 \text{ N} + 150 \text{ P}_2\text{O}_5 + 150 \text{ K}_2\text{O} + 15.000$ pukan kg ha^{-1}) dan 5. berdasarkan kebutuhan hara tanaman—status hara tanah ($150 \text{ N} + 150 \text{ P}_2\text{O}_5 + 15.000$ pukan kg ha^{-1}). Diulang sebanyak 4 kali dengan tanaman indikator cabai merah kriting varietas TM 99. Hasil penelitian menunjukkan bahwa neraca hara yang mendekati ideal dan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan pemupukan berdasarkan kebutuhan hara tanaman—status hara tanah ($150 \text{ N} + 150 \text{ P}_2\text{O}_5 + 15.000$ pukan kg ha^{-1}). Akumulasi hara N, P dan K yang teramati pada perlakuan tersebut masing-masing sebesar 16,4; 7,8; dan 14,1 kg ha^{-1} pada tingkat hasil cabai segar sebesar 8,9 t ha^{-1} .

PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu kawasan pengembangan tanaman hortikultura yang potensial, dan dilihat posisinya dari segi pemasaran juga strategis. Berdasarkan data BPS (2001) luas lahan kering di Jawa Barat 1,04 juta ha, dan dari luasan tersebut 15,4% terletak di Kab. Sukabumi. Berdasarkan data Dinas Pertanian Kab. Sukabumi luas rata-rata tanam sayuran pada periode 1997 - 2001 adalah 8.825 ha. Pemerintah Daerah berusaha menggali potensi lahan kering di sentra produksi untuk pengembangan komoditas hortikultura di sentra produksi dengan perluasan areal seluas 7.820 ha.

Usaha tani sayuran seperti cabai umumnya menggunakan input yang tinggi termasuk pupuk anorganik terutama pupuk urea, ZA, SP-36, dan KCl serta pupuk organik secara terus menerus setiap musim tanam, sehingga kurang efisien, karena tidak rasional lagi dengan peningkatan hasil. Penggunaan pupuk N dan P yang berlebihan akan mempercepat pengurasan hara lain seperti, K, S, Mg, Zn, dan Cu sehingga akan mengganggu lingkungan keseimbangan hara, menurunkan produktivitas lahan (Adiningsih *et al.*, 1988).

Menurut Hidayat *et al* (1993) petani sayuran menggunakan pupuk rata-rata lebih dari takaran yang direkomendasikan, namun tidak proposional peningkatan hasilnya. Penggunaan pupuk makro yang berlebihan dikhawatirkan akan menyebabkan kekahatan unsur-unsur mikro seperti Cu dan Zn (Ismunadji *et al.*, 1988).

Takaran pupuk yang optimal untuk tanaman ditentukan oleh status hara tanah, efisiensi pemupukan dan kebutuhan hara tanaman. Menurut Widjaja-Adhi (1993) status hara dapat diukur secara kuantitatif dengan menentukan kemampuan tanah menyediakan hara bagi tanaman dan nilai uji tanah. Rekomendasi pemupukan selama ini masih bersifat umum, tidak spesifik lokasi, artinya tidak disesuaikan dengan agroekologi, jenis tanah, ketersediaan hara, dan kebutuhan tanaman.

Pada prinsipnya pemupukan berimbang adalah memberikan sejumlah pupuk yang sesuai/proposional dengan kebutuhan tanaman untuk mencapai keadaan hara yang optimum, paling tidak setara dengan jumlah hara yang diserap oleh tanaman. Yang perlu diingat bahwa masing-masing jenis tanaman membutuhkan sejumlah unsur hara yang berbeda tergantung dari umur tanaman, jenis tanah, dan iklim.

Beberapa hasil penelitian baik di luar maupun dalam negeri, menunjukkan bahwa kehilangan hara dari lahan pertanian pangan pada lahan berlereng cukup besar. Namun hal ini dapat diatasi bila erosi di cegah dan lahan yang tererosi direhabilitasi, sehingga penggunaan pupuk akan lebih efisien (Isaac *et al.*, 1991).

Kuantitas dan kualitas hasil antara lain dipengaruhi oleh ketersediaan dan keseimbangan hara di dalam tanah. Unsur N untuk pembentukan protein, P untuk memperbaiki warna kulit dan warna daging buah, kekerasan, dan vitamin C. Sementara unsur K dapat meningkatkan gula, asam, karoten, dan likopen (Nurtika, dan Suwandi, 1993).

Umumnya tanaman cabai pada tingkat produksi 15 t ha⁻¹ menyerap unsur hara sebanyak 74,7 N; 10,7 P₂O₅, 77,8 K₂O; 43,5 Ca; dan 12,4 Mg kg ha⁻¹ (IFA, 1992). Pada lahan kering di Srimulyo DAS Brantas pemberian pupuk kandang 15

ton yang dikombinasikan dengan 200 kg urea, 200 TSP, dan 200 kg KCl ha⁻¹ memberikan hasil cabai sebesar 5,8 t ha⁻¹ (Hendarto *et al*, 1991). Sedangkan pada tanah Aluvial takaran pupuk untuk tanaman cabai adalah 150 N, 150 P₂O₅ dan 150 K₂O kg ha⁻¹ (Sumarni dan Rosliani, 1995). Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemupukan terhadap keseimbangan hara dan produksi cabai pada Typic Hapludands.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Cikembang, Kab. Sukabumi (Typic Hapludands) ketinggian ± 800 m dpl dengan kemiringan 3-5%. Bahan induk berasal dari tufa vulkan intermedier (andesit) dari Gunung Gede. Tekstur tanah adalah lempung berdebu, remah halus, sangat gembur, dan porus.

Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok (RAK) dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas 5 takaran pupuk N,P,K, dan pupuk kandang sebagai berikut: 1. kontrol; 2. praktek petani; 3. rekomendasi Diperta Sukabumi; 4. Rekomendasi Balitsa dan 5. Berdasarkan kebutuhan hara tanaman-status hara tanah/uji tanah (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan pemupukan tanaman cabai

Perlakuan	Pukan	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		----- kg ha ⁻¹ -----		
1. Kontrol	0	0	0	0
2. Praktek petani	20.000	90	160	90
3. Rekomendasi Diperta Sukabumi	20.000	225	216	250
4. Rekomendasi Balitsa	15.000	200	150	150
5. Kebutuhan hara tanaman-status hara tanah	15.000	150	150	0

Sumber pupuk N pada perlakuan 2 dan 3 adalah urea, adapun untuk perlakuan 4 dan 5 masing masing 2/3 takaran N dari ZA dan 1/3 takaran dari urea. Tanaman indikator adalah cabai merah kriting varitas TM 99. Ukuran plot tiap perlakuan adalah 6 m x 5 m (5 bedengan). Bedengan dibuat searah kontur dengan panjang bedengan 5 m; lebar 1,2 m; tinggi ± 30 cm. Jarak tanam adalah 50 cm x 60 cm. Untuk menjaga kelembapan tanah, pengendalian gulma serta mencegah erosi dan aliran permukaan, bedengan ditutup dengan plastik mulsa. Untuk pengendalian hama dan penyakit digunakan pestisida, fungisida dan bakterisida dimana penyemprotannya disesuaikan dengan kondisi serangan di lapangan.

Panen pertama cabai umur dilakukan pada 124 hari setelah tanam (HST) selanjutnya panen dilakukan setiap minggu sekali selama 10 kali panen. Pengamatan dilakukan terhadap status hara tanah, analisis pupuk kandang, pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan diameter kanopi), bobot kering tanaman, hasil total, serta kadar hara dalam jaringan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tanah

Penelitian dilaksanakan di lahan petani (Typic Hapludands) ketinggian $\pm$ 800 m dpl dengan kemiringan 3-5%. Bahan induk berasal dari tufa vulkan intermedier (andesit) dari Gunung Gede. Tekstur tanah lempung berdebu, remah halus, sangat gembur dan porus. Hasil analisis sifat kimia tanah menunjukkan bahwa tingkat kesuburan termasuk sedang sampai tinggi, kemasaman tanah (pH) netral, C-organik, N-total, C/N, P-potensial dan P-tersedia rendah, serta K-potensial tinggi. Susunan kation Ca, Mg, K, Na, dan KTK tinggi (Tabel 2).

Rendahnya C-organik dan N-organik serta P-tersedia dalam tanah memberikan suatu indikasi bahwa perlu penambahan unsur tersebut ke dalam tanah melalui pemupukan anorganik dan organik. Secara umum fisik dan kimia tanah bukan merupakan hambatan yang berarti dalam mengoptimalkan lahan kering di daerah ini, asalkan dikelola dengan tepat guna. Hasil analisis pupuk kandang yang digunakan menunjukkan bahwa, campuran kotoran ayam ras dan kotoran kambing dengan perbandingan 2:1 memberikan kontribusi hara N, P, K, Ca, dan Mg ke dalam tanah cukup tinggi (Tabel 3).

Hasil analisis status hara dalam tanah setelah perlakuan menunjukkan bahwa pemberian NPK + pupuk kandang dapat meningkatkan status hara dalam tanah dengan kisaran antara 0,13-1,16% N; 11,1-55 ppm P; dan 0,2-1,0 me 100 g⁻¹ K (Tabel 4).

Agroklimatologi

Hasil pengamatan dari stasiun pencatat hujan selama 10 terakhir di Cisekarwangi, Sukabumi, menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki pola hujan dengan bulan basah (BB) > 6 bulan (Oktober-Mei) dengan rata-rata curah hujan $\geq$ 200 mm/bulan, dan bulan kering (BK) 3-4 bulan (Juni-September) dengan rata-rata curah hujan < 100 mm/bulan seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Salah satu strategi untuk mengoptimalkan hasil tanaman cabai, adalah dengan penanaman pada bulan Agustus 2003. Pada umumnya cabai tidak tahan curah hujan yang tinggi, terutama pada saat berbunga sehingga dapat menyebabkan kegagalan panen, selain itu sangat peka terhadap serangan hama dan penyakit.

Tabel 3. Analisis tanah sebelum perlakuan Cikembang, Sukabumi. MK 2003

Jenis penetapan	Nilai analisis
Tekstur	
Pasir (%)	37
Debu (%)	37
Liat (%)	26
pH	
H ₂ O	5,90
KCl	5,70
Bahan organik	
C-org	1,58
N-total	0,22
C/N	7
P ₂ O ₅ (HCl 25%) (mg 100 g ⁻¹)	11
K ₂ O(HCl 25%) (mg 100 g ⁻¹)	107
P ₂ O ₅ (Bray-1) (ppm)	0,6
Nilai Tukar Kation	
Ca-dd (me 100 g ⁻¹)	9,23
Mg-dd (me 100 g ⁻¹)	3,32
K-dd (me 100 g ⁻¹)	2,19
Na-dd (me 100 g ⁻¹)	0,48
KTK (kapasitas tukar kation) (me 100 g ⁻¹)	35,91

Tabel 4. Analisis contoh pupuk kandang

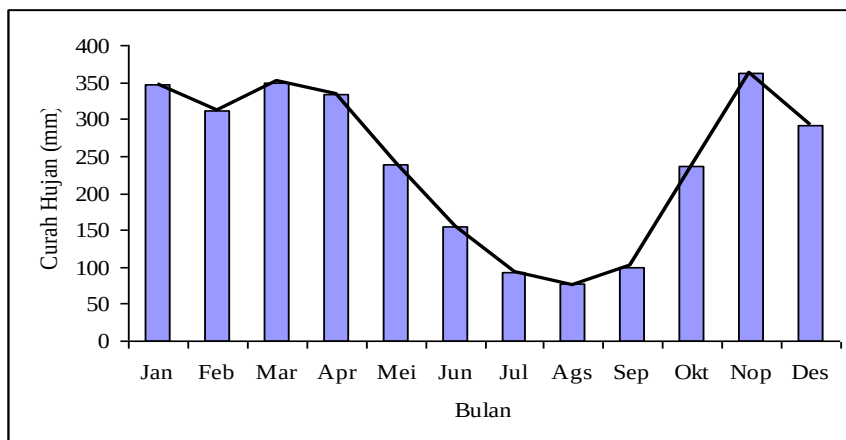
Jenis penetapan	Nilai analisis
C-org (%)	23,05
N (%)	1,86
C/N	12,39
P (%)	1,37
K (%)	1,45
Ca (%)	4,80
Mg (%)	0,51
S (%)	0,32
Kadar air (%)	30,18

Neraca hara

Keseimbangan hara di dalam tanah diperoleh dengan mengurangi total masukan hara ke dalam tanah baik dari pupuk maupun sisa panen dengan total hara yang hilang seperti terangkut melalui panen, biomassa, udara, erosi dan aliran permukaan. Rumusan sederhana sebagai berikut: $K = I - O$ dimana K: keseimbangan hara; I: total masukan hara; O: total hara yang hilang (Wigena *et al*, 1997).

Pada penelitian ini masukan hara yang dihitung hanya yang tersedia di tanah, pupuk anorganik, dan organik. Hara yang hilang dihitung hanya yang terangkut hasil dan biomassa, adapun yang terbawa erosi dan aliran permukaan

tidak ada pengamatan karena percobaan dilakukan pada musim kemarau (MK) dan bedengan ditutup mulsa. Oleh karena itu diprediksi kehilangan hara oleh erosi dan aliran permukaan relatif kecil.



Gambar 1. Curah hujan rata-rata selama 10 tahun (1992-2002) di Stasiun pengamat hujan Cisekarwangi, Sukabumi

Keseimbangan hara dan perubahan status hara di dalam tanah pada beberapa macam perlakuan pemupukan disajikan pada Tabel 5. Tanpa pemberian pupuk terjadi pengurasan hara N, P, dan K masing-masing sebesar 15,2; 14,1; 7,9; dan 43,4; 18,9; 28,3 kg ha⁻¹ musim⁻¹, karena memang ketiga unsur tersebut tidak diberikan dan pengurasan terjadi sebagian besar oleh pengangkutan hasil panen.

Akumulasi hara N, P, dan K terendah diperoleh pada pemupukan berdasarkan kebutuhan hara tanaman-status hara tanah, yaitu masing-masing sebesar 199,4; 16,4; 35,1 dan 7,8; 13,6; 14,1 kg ha⁻¹ musim⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan tersebut neraca hara mendekati ideal, dimana ketersediaan hara di dalam tanah seimbang dengan kebutuhan tanaman. Sedangkan pada perlakuan praktek petani, rekomendasi Diperta dan Balitsa masing-masing kisarannya 247,4-367,1; 20-57,9; dan 35,4-79,4 kg ha⁻¹ musim⁻¹, nampaknya takaran pupuk berlebihan hal ini tercermin dari tingkat produksi lebih rendah dibanding dengan takaran pupuk berdasarkan kebutuhan hara tanaman-status hara tanah.

Dampak akumulasi unsur-unsur hara yang berbeda antara perlakuan-perlakuan tersebut ternyata sejalan dengan perbedaan perubahan kadar unsur-unsur hara di dalam tanah.

Tabel 5. Pengaruh beberapa macam pemupukan terhadap keseimbangan hara dan perubahan status hara dalam tanah pada tanaman cabai di Cikembang, Sukabumi. MK 2003

Perlakuan	Neraca hara			Perubahan status hara dalam tanah		
	N	P	K	N	P	K
	----- kg ha ⁻¹ -----			%	ppm	me 100 g ⁻¹
1. Kontrol	-15,2	-14,1	-7,9	-0,33	-9,10	-0,84
2. Cara petani	255,7	57,9	73,1	0,55	34,90	0,57
3. Rekomendasi Diperta Sukabumi	367,1	64,2	79,4	1,16	49,50	0,90
4. Rekomendasi Balitsa	247,4	20,0	35,4	0,94	55,00	0,85
5. Hara tanaman-status hara tanah	199,4	16,4	35,1	0,75	38,03	0,20

Pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman status-hara tanah pada tanaman cabai sebesar 15.000 pukan + 150 N + 150 P₂O₅ kg ha⁻¹ pada tanah Typic Hapludands merupakan takaran yang rasional dalam rangka efisiensi pemupukan. Hal ini diduga pada takaran tersebut hara N, P, dan K yang tersedia seimbang dengan yang diserap tanaman, sehingga yang terakumulasi di dalam tanah rendah. Penambahan pupuk kandang sebesar 5.000 kg dan K₂O (90-100 kg ha⁻¹) seperti praktek petani, rekomendasi Diperta dan Balitsa nampaknya konsumsi pupuk berlebihan karena hara yang tersedia melebihi kebutuhan tanaman, dimana yang terakumulasi di dalam tanah tinggi namun tidak diikuti dengan hasil yang proporsional. Menurut Santoso *et al* (2001) bahwa neraca hara di dalam tanah dapat memberikan pendekatan untuk menentukan jenis dan takaran pupuk yang diaplikasikan sesuai dengan kemampuan tanah menyediakan unsur hara dan kebutuhan tanaman untuk memproduksi hasil yang memadai.

Pertumbuhan dan hasil tanaman

Adanya perbedaan pertumbuhan dan produksi antara yang dipupuk dan tidak dipupuk/kontrol disebabkan perbedaan kesuburan tanah yang mempengaruhi penyerapan hara dari dalam tanah. Menurut Boer *et al*. (2001) kesuburan tanah memegang peranan yang sangat penting untuk tanaman cabai, dan tidak memerlukan struktur tanah yang khusus. Tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus dan gembur), baik dari jenis tanah liat atau tanah pasir sangat baik untuk pertumbuhan tanaman.

Pada tanah ber pH rendah tanaman masih dapat memproduksi namun tidak optimal karena ada beberapa unsur hara yang sukar diserap.

Pemupukan berdasarkan rekomendasi Diperta (20.000 pukan + 225 N + 216 P₂O₅ + 250 K₂O kg ha⁻¹) dan kebutuhan hara tanaman-status hara tanah

(15.000 pukan + 150 N + 150 P₂O₅ kg ha⁻¹) dapat meningkatkan tinggi tanaman cabai secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol, cara petani, dan pemupukan lainnya. Kisaran tinggi tanaman rata-rata antara 62-80 cm (Tabel 6). Adapun terhadap diameter kanopi hanya berbeda nyata dibandingkan kontrol, sedangkan antar perlakuan pemupukan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, dengan kisaran antara 66 -78 cm.

Tabel 6. Pengaruh berberapa macam pemupukan terhadap rata-rata tinggi tanaman dan diameter kanopi tanaman cabai saat panen umur 124 HST di Cikembang Sukabumi. MK 2003

Perlakuan	Tinggi tanmaan	Diameter kanopi
	----- cm -----	
Kontrol	62 b*	66,1 b
Cara petani	74,3 ab	75,4 a
Rekomendasi Diperta Sukabumi	79,8 a	78,2 a
Rekomendasi Balitsa	73,8 ab	77,4 a
Kebutuhan hara tanaman status hara tanah	79,9 a	77,8 a

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

Pada Tabel 7 terlihat adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan pemupukan terhadap produksi cabai. Perlakuan pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman-status hara tanah (15.000 pukan + 150 N + 150 P₂O₅ kg ha⁻¹) dibandingkan perlakuan petani (20.000 pukan + 90 N + 160 P₂O₅ + 90 K₂O kg ha⁻¹) dan kontrol dapat meningkatkan produksi cabai sebesar 23,6 - 70,9%. Rata-rata produksi masing-masing perlakuan pemupukan antara 7,2 – 8,9 t ha⁻¹.

Tabel 8. Pengaruh beberapa macam pemupukan terhadap produksi buah cabai di Cikembang, Sukabumi. MK 2003

Perlakuan	Produksi buah segar t ha ⁻¹
1. Kontrol	5,2 c*
2. Cara petani	7,2 b
3. Rekomendasi Diperta Sukabumi	8,5 ab
4. Rekomendasi Balitsa	8,6 ab
5. Kebutuhan hara tanaman-status hara tanah	8,9 a
KK (%)	16,8

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

De Datta (1988) melaporkan bahwa kehilangan N pada lahan kering berkisar 40-60%, karena unsur ini bersifat mobil (mudah hilang) antara lain melalui volatilisasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Sehingga walaupun ditambah setiap musim tanam ketersediaannya tetap rendah.

Pada tanah Andisol Coklat/Typic Hapludands dengan bahan induk yang berasal dari tufa vulkan intermedier (andesit) mengandung K yang cukup tinggi. sehingga pemberian K tidak perlu diberikan setiap musim. Tekstur tanah lempung berdebu, remah halus, sangat gembur, dan porus banyak memerlukan bahan organik. Pemberian pupuk organik terutama yang bersumber dari ternak ayam ras dapat memberikan kontribusi hara N, P, K, Ca, dan Mg ke dalam tanah cukup tinggi namun kelemahannya cepat habis, untuk menetralsir supaya ketersediaannya agak lama (*slow release*) maka harus dicampur dengan pupuk kandang kotoran kambing.



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman cabai varitas TM 99 umur 90 HST pada perlakuan pemupukan berdasarkan kebutuhan hara tanaman-status hara, terlihat pematangan buah lebih awal

KESIMPULAN DAN SARAN

- Status kesuburan tanah di lokasi penelitian termasuk sedang, pemberian 15.000-20.000 pukan + 60-225 N + 100-216 P_2O_5 + 90-250 K_2O dapat meningkatkan status hara tanah dengan kisaran antara 0,13-1,16% N, 11,1-55 ppm P, dan 0,2-1,0 me/100g K.
- Keseimbangan hara yang mendekati ideal untuk tanaman cabai adalah perlakuan pemupukan berdasarkan kebutuhan hara tanaman-status hara tanah dengan akumulasi hara N, P, dan K masing-masing 99,4 N; 16,4 P; dan 35,1 K kg ha⁻¹ musim⁻¹.

- Hasil cabai tertinggi diperoleh pada perlakuan 15.000 pukan + 150 N + 150 P₂O₅ kg ha⁻¹ yaitu sebesar 8,9 t ha⁻¹.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Enggis Tuherkih yang telah banyak kontribusinya dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J.S., Sri Rochayati, dan M. Sudjadi. 1988. Efisiensi penggunaan pupuk pada lahan kering. Simposium Penelitian Tanaman Pangan II. Ciloto, 21-23 Maret 1988.
- Boer, R., B. Dwi Dasanto, Sucianti, A. Mulyani, A. Turyanti dan I. Nasution. 2001. Identifikasi kualitas lahan untuk mendukung perluasan areal pengembangan sayuran: Studi kasus cabai dan kentang di Kabupaten Bandung dan Sukabumi. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama IPB dengan PAATP Badan Litbang Pertanian. (Tidak dipublikasikan)
- BPS. 2001. Badan Pusat Statistik. Jakarta, Indonesia.
- De Datta, S.K., K.A. Gomez, and J.P. Descalsota. 1988. Change in yield tanggaps to major nutrient and in soil fertility under intesive rice cropping. Soil Sci. Vol. 146. No. 5:350-358.
- Hendarto, T., Djumali, dan N. L. Nurida. 1991. Usaha perbaikan teknologi pemupukan dan peranan cabai merah dalam sistem konservasi di lahan kering DAS Brantas. Hal 167-172 *dalam* Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah di Lahan Sedimen dan Vulkanik DAS Bagian Hulu. Malang, Desember 1991. Badan Litbang Pertanian. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan dan Air.
- Hidayat, A., Nurtika dan Suwandi. 1993. Pengaruh jarak tanam dan pemupukan berimbang pada tumpangsari cabai dengan bawang merah. Laporan Hasil Penelitian Balithort Lembang (tidak dipublikasi).
- Hilman, Y and Suwandi. 1995. Effect of phosphate source on some chemical properties of Typic Dystropepts, plant uptake and hot pepper yield. Bul. Penel. Hort. Vol. XXVII (2): 49-61.
- IFA. 1992. IFA World Fertilifer Use Manual. Wichman. W (eds). International Fertilizer Industry Assosciation, Paris. p 287-298

- Ismunadji, M., S. Partohardjono dan I. H. Basri. 1988. Evaluasi hasil-hasil penelitian pemupukan pada tanaman pangan. *dalam* Pertemuan Teknis Hasil Penelitian Pengujian Penerapan Pola Insus. Cipanas, 29-31 Maret 1988.
- Kurnia, U., dan H. Suganda 1999. Konservasi tanah dan air pada budi daya sayuran dataran tinggi. *Jurnal Litbang Pertanian* 18 (2): 68-74.
- Mc. Isaac, G.F., M.C. Hirchi, and J.K. Mitchel. 1991. Nitrogen and phosphorus in eroded sediment from corn and soybean tilage system. *J. Environmental Quality* Vol XX (30): 663-670.
- Nurtika, N., dan Suwandi. 1993. Pengaruh pupuk nitrogen pelepas lambat CDU terhadap pertumbuhan dan hasil tomat. *Jurnal Hortikultura* 3 (3): 1-7.
- Santoso, D., I.W. Suastika, dan Maryam. 2001. Pengelolaan kesuburan tanah pada lahan kering berlereng dan lahan kering terdegradasi. Hlm 13-34 *dlm* Prosiding Seminar Pengelolaan Lahan Kering Berlereng dan Terdegradasi. Bogor, 9-10 Agustus 2000. Pusat Penelitian Tanah Dan Agroklimat.
- Sumarni, N dan R. Rosliani. 1995. Efisiensi pemupukan NPK pada system tanaman bawang merah dan cabai. Hlm 108-113 *dalam* Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran. Lembang, 24 Oktober 1995. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1993. Soil testing and formulating fertilizer recommendation. *IARD Journal* 15 (4): 71-80.
- Wigena, I.G.P., J.Purnomo, Sukristyonubowo, dan D. Santoso. 1997. Evaluasi keseimbangan dan status hara tanah beberapa sistem pengelolaan tanah-tanaman pada Epiquic Kandihumults. Hlm 177-192 *dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Bidang Kimia dan Biologi Tanah. Cipayung, Bogor, 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

PREDIKSI DAN TINGKAT BAHAYA EROSI PADA LAHAN USAHA TANI PEGUNUNGAN DI KABUPATEN TEMANGGUNG, JAWA TENGAH

Husein Suganda dan Neneng L. Nurida

Peneliti Badan Litbang Pertanian Pada Balai Penelitian Tanah

ABSTRAK

Usaha tani di lahan kering berlereng tanpa menerapkan kaidah-kaidah konservasi tanah merupakan penyebab utama terjadinya penurunan kualitas lahan. Curah hujan cukup tinggi di Kledung sekitar 2.738 mm/tahun, ditambah lahan usaha tani miring ($> 15\%$) mempercepat proses terjadinya erosi. Tindakan mengurangi laju erosi perlu dilakukan agar pertanian di daerah ini berkelanjutan. Teknologi konservasi yang tepat diterapkan di daerah ini, perlu memperhatikan sifat-sifat tanah seperti kedalaman tanah, komoditas yang diusahakan, curah hujan, serta laju erosi yang terjadi saat ini perlu diketahui. Untuk memprediksi dan menilai tingkat bahaya erosi, digunakan rumus penduga *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yaitu $A = RKLSCP$. R, faktor erosivitas hujan; K, faktor erodibilitas tanah; LS, faktor panjang dan kemiringan lahan; C, faktor pengelolaan tanaman; P, faktor tindakan konservasi. Didasarkan pada erosi yang terjadi selama periode tertentu ($\geq$ satu tahun) dan kedalaman solum tanah maka tingkat bahaya erosi dapat ditentukan. Rata-rata kedalaman solum tanah Kec. Kledung < 60 cm. Prediksi Erosi yang terjadi bervariasi tergantung persen kemiringan, di Desa Kledung sekitar 31,9 t/ha dan di Batusari 61,2 t/ha sehingga tingkat bahaya erosi tergolong kedalam kelas berat dan sangat berat. Upaya menurunkan tingkat bahaya erosi tersebut, dapat dilakukan dengan menerapkan teknik konservasi tanah seperti pembuatan gulud searah kontur yang ditanami rumput sebagai penguat, dan memperbaiki pola tanam.

PENDAHULUAN

Wilayah Kab. Temanggung sebagian besar memiliki kondisi topografi yang didominasi berbukit dan bergunung, maka usaha budi daya pertanian lahan kering perlu mendapat perhatian dalam hal penerapan tindakan konservasi tanah dan air (Balittanah 2004). Sektor pertanian merupakan mata pencaharian dominan (68,46%) di daerah ini. Sedang usaha pertanian tersebut banyak dilakukan di lahan kering berkisar $> 75\%$ dari total wilayahnya (87.226 ha).

Kecamatan Kledung merupakan salah satu kecamatan di Kab. Temanggung terletak diantara dua kaki gunung yang cukup tinggi yaitu gunung Sindoro (± 3.151 m dpl.) dan G. Sumbing (± 3.260 m dpl.) ketinggian tempat daerah ini sekitar > 1.400 m dpl. Budi daya pertanian yang diusahakan di daerah ini yaitu pada lahan kering sekitar 92,3% dari total luas lahan untuk pertanian di kecamatan ini, sedang komoditas utamanya adalah tembakau (BPS 2006).

Usaha tani di lahan kering terutama pada lahan miring jika tanpa penerapan teknik-teknik konservasi tanah dan air adalah paling rawan dalam

tingkat bahaya erosi. Apalagi ditunjang di daerah ini mempunyai curah hujan rata-rata tahunan berkisar 2.300–3.100 mm dengan bulan basah (> 200 mm/bulan) berlangsung sampai 5 bulan dalam setahun (Balittanah 2004), sehingga peluang terjadinya erosi pada musim hujan cukup besar. Akibatnya luas lahan-lahan pertanian yang terdegradasi makin luas. Suwardjo dan Neneng (1994) melaporkan bahwa di Indonesia terdapat 57 juta ha lahan kering untuk pertanian, sekitar 32,15% sudah terdegradasi. Hidayat dan Mulyani (2005) menyebutkan potensi lahan kering untuk pertanian saat ini sekitar 78,5 juta ha, sehingga dikhawatirkan luas lahan terdegradasi pun makin meningkat. Lahan terdegradasi ditandai antara lain: kesuburan, dan produktivitas tanah menurun.

Akibat degradasi lahan selain dapat menurunkan pendapatan petani juga dapat meningkatkan kemiskinan dan menambah jumlah desa-desa tertinggal. Sudirman *et al.* (1995), melaporkan hasil penelitiannya di Pacitan, Jawa Timur bahwa desa-desa yang tertinggal umumnya terdapat pada lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat berat. Intensitas dan kinerja masyarakat dalam bidang pertanian dan dengan bertambahnya keluarga petani serta makin terbatasnya lahan-lahan produktif yang mereka miliki menyebabkan petani merambah kawasan hutan yang mempunyai kelerengan curam (> 40%), sehingga akhirnya menambah lahan terdegradasi dan jumlah petani miskin pada desa-desa tertinggal (Balittanah 2004).

Oleh karena itu penerapan teknik konservasi menjadi suatu keharusan pada usaha tani di lahan kering miring, selain untuk mengurangi penambahan lahan terdegradasi juga diharapkan dapat menghambat berkembangnya jumlah desa-desa tertinggal. Sebagai tindak lanjut perencanaan untuk menentukan teknik konservasi yang tepat perlu di dukung data dan informasi bahaya erosi, melalui penghitungan prediksi erosi. Menurut Aburachman *et al.* (2005) menyatakan bahwa dalam upaya mencari teknologi pencegahan erosi yang bersifat tepat guna untuk lahan pertanian tanaman semusim yang dikelola oleh petani kecil, maka prediksi erosi yang terjadi pada lahan pertanian tersebut akan lebih sesuai, bukan prediksi erosi skala DAS mikro atau sub-DAS.

Tulisan ini bertujuan, secara umum adalah guna mendukung pelaksanaan kegiatan “penerapan teknik konservasi tanah untuk lahan usaha tani berbasis sayuran di Temanggung” bagian dari kegiatan oleh P4MI (Peningkatan Pendapatan Petani melalui Inovasi TA 2006). Secara khusus, ingin mengetahui prediksi erosi per tahun dan tingkat bahaya erosi yang terjadi di daerah ini dengan pola tanam yang ada, menyajikan data dukung sebagai bahan usulan kepada pihak terkait tentang pentingnya penerapan teknik konservasi dalam budi daya di lahan kering miring di Kab. Temanggung untuk mengurangi tingkat bahaya erosi.

METODOLOGI

Lokasi dan waktu

Penghitungan prediksi erosi dilakukan di lokasi kegiatan P4MI pada kegiatan "konservasi tanah untuk lahan usaha tani berbasis sayuran di Temanggung", Kec. Kledung, Kab. Temanggung TA 2006, yaitu pada lahan yang belum menerapkan teknik konservasi tanah. Tanah tergolong Andisol pada ketinggian $\pm 1.425-1.500$ m dpl.

Pengumpulan data

Data curah hujan bulanan merupakan data sekunder yang diambil dari data BPS Temanggung (BPS 2006). Data tanah yang mencakup data beberapa sifat tanah merupakan data primer diambil dari lahan P4MI, dan di analisis di Bogor pada bulan Oktober dan Nopember 2006. Kedalaman solum tanah (lapisan tanah atas dan bawah) tidak termasuk batuan induk ditentukan dengan mengukur pada masing-masing profil tanah pada lubang/bak untuk menampung erosi yang telah dibuat.

Analisis data

Jumlah dugaan erosi yang terjadi selama periode tertentu (satu musim atau satu tahun) digunakan metode pendugaan erosi yang selama ini dikenal dan digunakan secara luas di Indonesia yaitu *universal soil loss equation* (USLE). Rumus penduga tersebut: $A = RKLSP$ (Wischmeier and Smith 1978). A = Jumlah tanah hilang maksimum dalam ($t\ ha^{-1}\ tahun^{-1}$); R = erosivitas hujan; K = faktor erodibilitas tanah; LS = indeks panjang dan kemiringan lahan; C = indeks faktor pengelolaan tanaman; P = indeks faktor tindakan konservasi tanah. Untuk menilai erosi yang dapat diabaikan berdasar tanah dan substratnya mengikuti kelas penilaian laju erosi yang dibolehkan (Thompson, 1957) dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan untuk menilai tingkat bahaya erosi digunakan kelas tingkat bahaya erosi (Tabel 2) (Ditjen RRL-Dephut, 1986).

i) Erosivitas hujan (R)

Erosivitas hujan adalah kemampuan hujan untuk menyebabkan erosi. Untuk menghitung nilai R digunakan rumus yang dikembangkan oleh Bols (1978), sebagai berikut: $R_m = 2.21 (Rain)_m^{1.36}$, dimana R_m = erosivitas hujan bulanan dan $(Rain)_m$ = curah hujan bulanan (cm).

ii) Erodibilitas tanah (K)

Erodibilitas tanah (K) atau kepekaan erosi tanah adalah kemampuan tanah dapat tererosi (Hudson, 1971). Erodibilitas adalah jumlah tanah tererosi (t/ha) per unit indeks erosivitas hujan pada sebidang lahan dengan panjang

lereng 22,1 m dan kemiringan lahan 9%, selalu dalam keadaan terolah tanpa tanaman dan tanpa tindakan konservasi tanah paling sedikit 2 tahun. Faktor erodibilitas diperoleh dengan menggunakan nomograf (Wischmeier *et al* 1971) yaitu merupakan fungsi dari kadar debu, pasir, bahan organik tanah serta struktur dan permeabilitas tanah. Oleh karena itu harus tersedia data: tekstur tanah meliputi persentase pasir kasar, debu, pasir sangat halus (dapat diduga sepertiga dari % pasir), persentase bahan organik (dihitung dengan % C x 1,724), struktur tanah dan permeabilitas tanah.

iii). Faktor panjang dan kemiringan lahan (LS)

Faktor panjang lereng dan kemiringan lahan (LS) dihitung dengan rumus Morgan (1979) sebagai berikut: $LS = (\sqrt{L}/100) (1,38 + 0,965 S + 0,138 S^2)$, dimana LS = faktor lereng; L = panjang lereng (m); dan S = persen kemiringan lahan. Nilai panjang lereng yang digunakan untuk mendapatkan nilai faktor L = 1 adalah 22 m (Wischmeier and Smith, 1978). Kemiringan lahan di Desa Batusari diperkirakan antara 15-35% dan > 50% dengan panjang lereng masing-masing ± 60 m dan ± 50 m. Sedangkan di Kledung kemiringannya 15–35% dan 35–50% dengan panjang lereng ± 100 m dan ± 50 m.

iv). Faktor pengelolaan tanaman (C)

Indeks pengelolaan tanaman dihitung dengan mempertimbangkan sifat perlindungan tanaman terhadap erosivitas hujan, dari mulai pengolahan tanah, sampai panen dan bahkan hingga pertanaman berikutnya. Penyebaran hujan selama satu tahun pun perlu mendapat perhatian. Dengan tidak mengurangi dasar ketelitian indeks faktor C di dekati dengan menggunakan nilai faktor C, dengan pertanaman tunggal dan dengan berbagai pengelolaan tanaman yang dikemukakan oleh Abdurachman *et al* 1981 dan Hammer 1981.

v). Faktor tindakan konservasi (P)

Faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang diberi tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan identik (Arsyad 1989). Erosi yang diperhitungkan dalam tulisan ini adalah pada lahan yang belum ada tindakan konservasi tanah untuk Desa Batusari, dan lahan dengan tindakan konservasi belum sempurna yaitu guludan memotong lereng tetapi jarak antar guludan terlalu jauh (≥ 7 m), serta rumput penguat guludan belum ditanam dengan baik.

Tabel 1. Penilaian laju erosi yang dibolehkan pada keadaan tanah tertentu

Sifat tanah dan substrata		Erosi $t\ ha^{-1}\ tahun^{-1}$
1.	Tanah dangkal di atas batuan	1,12
2.	Tanah dalam di atas batuan	2,24
3.	Tanah yang lapisan bawahnya (<i>subsoil</i>) padat terletak di atas substrata yang tidak terkonsolidasi	4,48
4.	Tanah dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat di atas substrata yang tidak terkonsolidasi	8,97
5.	Tanah dengan lapisan bawah agak permeabel di atas substrata yang tidak terkonsolidasi	11,21
6.	Tanah dengan lapisan bawah permeabel di atas substrata tidak terkonsolidasi	13,45

Sumber: Thompson, 1957

Tabel 2. Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Erosi	Klas Erosi				
	I	II	III	IV	V
Solum tanah (cm)	Erosi $t\ ha^{-1}\ tahun^{-1}$				
	< 15	15 – 60	60 – 180	180 - 480	> 480
Dalam	SR	R	S	B	SB
> 90	O	I	II	III	IV
Sedang	R	S	B	SB	SB
60 – 90	I	II	III	IV	IV
Dangkal	S	B	SB	SB	SB
30 – 60	II	III	IV	IV	IV
Sangat dangkal	B	SB	SB	SB	SB
< 30	III	IV	IV	IV	IV

Keterangan: O – SR = sangat ringan; I – R = ringan; II – S = sedang; III – B = berat; IV – SB = sangat berat (Sumber : Ditjen RRL, 1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

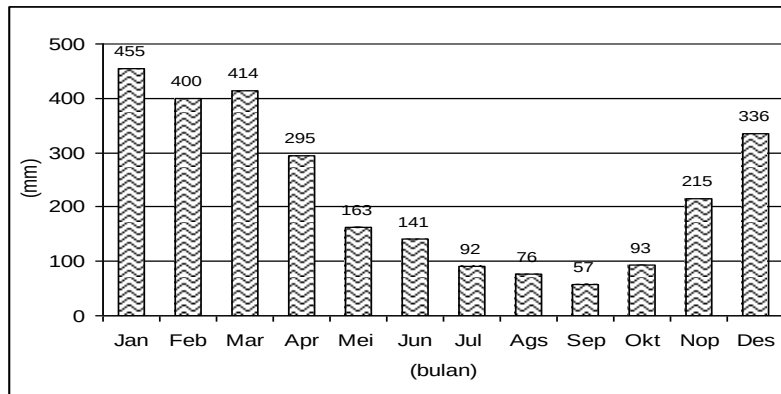
Erosivitas hujan (R)

Berdasarkan distribusi rata-rata hujan bulanan (1987-2002), erosi dapat terjadi sepanjang tahun, namun meningkat dari Nopember sampai April tahun berikutnya. Berdasarkan perhitungan dengan rumus R (Bols 1978), diperoleh nilai erosivitas hujan untuk kedua lokasi yang berdekatan tersebut (Batusari dan Kledung) yaitu 3558. Nilai ini termasuk dalam kisaran yang ada dalam peta *the Iso-Erodent Map of Java and Madura* (Bols 1978) yaitu antara nilai 3.000 - 4.000.

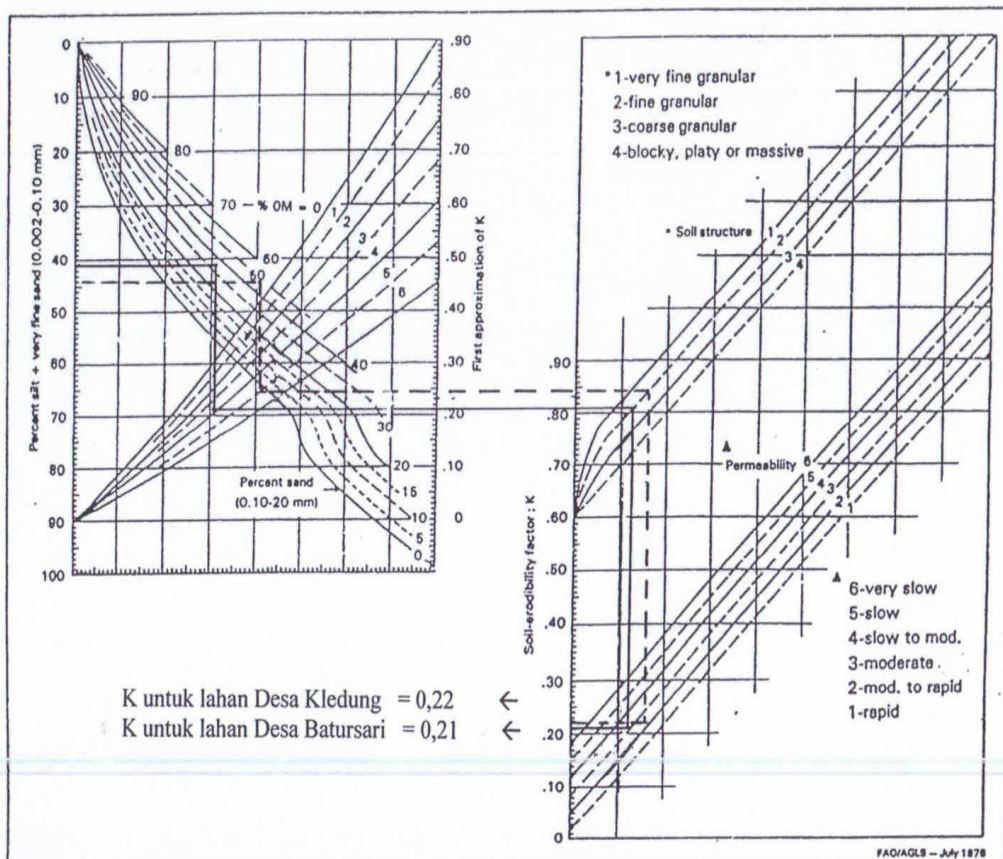
Erodibilitas tanah (K)

Dalam menghitung faktor erodibilitas tanah (K) desa Batusari dan Kledung ini digunakan nomograf (Wischmeier *et al* 1971). Data sifat-sifat tanah yang digunakan untuk menentukan faktor erodibilitas tanah disajikan pada Tabel

3. Dengan menggunakan nomograf (Gambar 1) menunjukkan bahwa K untuk Batusari dan Kledung tidak jauh berbeda, yaitu masing-masing 0,21 dan 0,22.



Gambar 1. Curah hujan rata-rata bulanan Kec. Kledung (1987 – 2002)



Gambar 2. Nomograph kepekaan tanah untuk menghitung nilai K

Tabel 3. Rata-rata beberapa sifat tanah di Batusari dan Kledung

Sifat tanah	Batusari	Kledung
Tekstur	Lempung liat berpasir	Lempung berpasir
Pasir kasar (%)	34	45
Pasir sangat halus (%)	17	22
Debu (%)	24	22
Struktur tanah	Granular halus (Nilai: 2)	Granular halus (Nilai: 2)
C-Organik (%)	2,46	2,96
Bahan organik Wakley&Black (%)	4,2	5,1
Permeabilitas tanah (cm/jam)	12,67	14,19
	Kelas sedang (Nilai : 3)	Kelas sedang-cepat (Nilai : 2)
Ketebalan solum tanah (cm)	30 – 50	30 – 50

Faktor panjang dan kemiringan lahan (LS)

Kemiringan lahan dan panjang lereng untuk dua lokasi (Batusari dan Kledung) diukur dengan alat sederhana di lapangan disajikan pada Tabel 4. Hasil pengukuran masing-masing panjang dan kecuraman lereng tergolong pada kelas kemiringan lahan yang berbeda. Data tersebut digunakan untuk menghitung faktor panjang dan kemiringan lahan atau indeks LS. Hasil perhitungan diperoleh faktor LS disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kemiringan, panjang lereng, dan indeks LS

Lokasi	Kemiringan lahan (%)	Panjang lereng (m)	LS
Batusari	15 - 35	60	0,126
	> 50	50	0,134
Kledung	15 - 35	100	0,163
	35 - 50	50	0,128

Faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P)

Pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi di kedua lokasi tersebut diperoleh dari informasi petani setempat dan secara visual di lapangan pada saat kunjungan lapangan. Data tersebut digunakan untuk menentukan indeks pengelolaan (C) tanaman dan konservasi tanah (P). Mengacu pada nilai faktor C dan P yang dikemukakan Abdurachman *et al.* (1981) dan Hammer *et al.* (1978) diperoleh indeks C dan P untuk masing-masing lokasi seperti tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengelolaan tanaman, tindakan konservasi tanah, dan indeks C dan P

Lokasi	Pengelolaan tanaman (C)	Indeks
Batursari	Petani umumnya menanam tembakau	0,7
Kledung	Petani umumnya menanam tembakau	0,7
Tindakan konservasi tanah (P)		
Batursari	Belum ada tindakan konservasi tanah yang permanen, hanya ada penanaman searah kontur	0,9
Kledung	Sudah ada tindakan konservasi/teras tradisional (jarak guludan memotong lereng masih terlalu jauh)	0,4

Erosi dan tingkat bahaya erosi

Berdasarkan hasil perhitungan, prediksi erosi yang tertinggi terjadi di Batursari ($> 60 \text{ t ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$) tergolong pada tingkat bahaya erosi sangat berat. Hal ini disebabkan antara lain faktor tindakan konservasi belum ada, selain itu kemiringan lahan yang digunakan cukup curam yaitu $> 50\%$. Lain halnya di Kledung justru pada lereng antara 15–35 masih menimbulkan erosi yang tinggi ($> 30 \text{ t ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$) dan tergolong tingkat bahaya erosi berat, ini diakibatkan antara lain kemiringan lahan dan panjang lereng yang terlalu panjang ($> 50 \text{ m}$). Dengan tindakan konservasi dan memperbaiki pola tanam, misalnya dengan pergiliran tanaman dengan komoditas sayuran diharapkan dapat menurunkan laju erosi. Sebagai perbandingan pada hasil penelitian erosi sistem petak kecil di lahan sayuran desa Batulawang, Cipanas, Cianjur, erosi yang terjadi pada pertanaman kubis dapat mencapai $< 27,0 \text{ t ha}^{-1}$ (Suganda *et al.*, 1998).

Jika mengacu pada jumlah erosi yang masih diperkenankan untuk tanah yang lapisan bawahnya (*subsoil*) padat terletak di atas substrata tidak terkonsolidasi yaitu sekitar $4,48 \text{ t/ha}$, maka erosi yang terjadi untuk dua lokasi (di Batursari dan Kledung) tersebut semuanya sudah melampaui batas dan harus diturunkan.

Jumlah erosi maupun tingkat bahaya erosi yang tinggi di daerah ini masih dapat diupayakan untuk diturunkan yaitu melalui penerapan teknik konservasi tanah yang tepat, misalnya pembuatan guludan-guludan yang memotong lereng sehingga panjang lereng yang ada sekarang menjadi pendek. Selain itu pola tanam perlu diintroduksi untuk memasukan komoditas lain yang ekonomis selain tembakau, yaitu perlu di tumpanggilirkan dengan tanaman yang canopinya cukup baik seperti sayuran, sehingga tanah relatif dapat terlindung dan berkurang dari percikan hujan.

Tabel 6. Erosi dan tingkat bahaya erosi (TBE)

Lokasi	Kemiringan lahan	Prediksi erosi (A)	Tingkat bahaya erosi
	%	t ha ⁻¹ tahun ⁻¹	
Batarsari	15 - 35	59,3	Berat
	> 50	63,1	Sangat berat
Kledung	15 - 35	35,7	Berat
	35 - 50	28,1	Berat

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Jumlah kehilangan tanah dalam satu tahun akibat erosi di lahan Desa Batarsari diprediksikan lebih tinggi dibandingkan di Desa Kledung, yaitu berturut-turut 59,3 t ha⁻¹ sampai 63,1 t ha⁻¹, dan 28,1 t ha⁻¹ sampai 35,7 t ha⁻¹. Sejalan dengan itu tingkat bahaya erosi di Batarsari tergolong berat sampai sangat berat sedangkan di Kledung tergolong berat.
2. Pengurangan kehilangan tanah akibat erosi di dua desa tersebut dapat dilakukan antara lain, dengan memperpendek panjang bidang olah dan menurunkan persen kemiringan lahan, serta pengelolaan tanah dan tanaman.
3. Erosi maupun tingkat bahaya erosi yang tinggi pada lahan pertanian dapat diturunkan yaitu melalui penerapan teknik konservasi tanah yang tepat misalnya dengan pembuatan guludan memotong lereng pada lahan pertanaman yang ditanami rumput penguat gulud, sehingga panjang lereng yang ada sekarang menjadi lebih pendek. Selain itu dapat juga dikombinasikan dengan menerapkan pola tanam, yaitu dengan mengintroduksi atau memasukan komoditas lain yang ekonomis serta mempunyai nilai faktor C relatif lebih rendah dibanding tembakau.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurachman. A., S. Sutono., dan N. Sutrisno. 2005. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng. hlm. 101-139 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.

- Abdurachman.A., A. Sofiah, dan U. Kurnia. 1981. Pengelolaan Tanah dan Pengelolaan Pertanian dalam Usaha Konservasi Tanah. Paper pada Konggres HITI, 16-19 Maret 1981 di Malang. Lembaga Penelitian Tanah, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Arsyad, S., 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB. Bogor.
- Balittanah. 2004. Laporan Akhir. Penyusunan Peta Pewilayahan Komoditas Pertanian Berdasarkan Zone Agro-Ekologi skala 1:50.000 di Kabupaten Temanggung. Provinsi Jawa Tengah. Bagian Proyek Penelitian Sumber daya Tanah dan Poor Farmers' Income Improvement Through Innovation Project. Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanak, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Bols, P.L. 1978. The Iso-erodent Map of Java and Madura. Report Technical Assistance Project. ATA105-Soil Research Institute. Bogor, Indonesia.
- BPS. 2006. Temanggung Dalam Angka 2006. Kerjasama Pemerintah Daerah dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Temanggung. BPS-Temanggung.
- Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. 1986. Petunjuk Pelaksanaan Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah. Ditjen RRL. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- H. Suganda, H. Kusnadi, M.S. Djunaedi, dan U. Kurnia. 1998. Pembandingan erosi pendugaan metode *USLE* dengan erosi hasil pengukuran dalam usaha tani sayuran pada tanah Andisol. hlm. 57-71 *dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bidang Físika dan Konservasi Tanah dan Air serta Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Hammer, W.I. 1978. Soil Conservation Consultant Report INS/78/006. Technical Note No. 7. Soil Research Institute Bogor. 72 p.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2005. Lahan kering untuk pertanian. hlm. 7–37 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Hudson, N. 1971. Soil Conservation. BT Batsford LTD. London.
- Sudirman, H. Suganda, HW. Basuni, dan S. Sukmana. 1995. Penyebaran tingkat bahaya erosi pada desa-desa tertinggal, di Pacitan, Jawa Timar. hlm 167-179 *dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bidang Konservasi Tanah dan Air, serta Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.

- Suwardjo and L.N. Neneng 1994. Land degradation in Indonesia: data collection and analysis. p. 121-136. *In* The Collection and Analysis of Land Degradation Data. Report of the Expert Consultation of the Asian Network on Problem Soils. Regional Office for Asia and the Pasific. FAO. the United Nations, Bangkok, Thailand 25-29 October. 1993.
- Thompson, L.M. 1957. Soil and Soil Fertility. Mc Graw-Hill Book Company Inc. New York.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. USDA Agric. Handbook. No. 537.
- Wischmeier, W.H., C.B. Johnson, and B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J.Soil and Water Cons. 26: 189-193.

**MODEL USAHA TANI SAYURAN DATARAN TINGGI BERBASIS
KONSERVASI DI DAERAH HULU SUB DAS CIKAPUNDUNG
(Studi Kasus: Lahan Pertanian Berlereng di Hulu Sub DAS Cikapundung,
Kawasan Bandung Utara)**

Hendi Supriyadi¹⁾, Nana Sutrisna²⁾, dan Santun R.P. Sitorus³⁾
Dosen Pada Institut Pertanian Bogor³⁾

ABSTRAK

Daerah hulu sub DAS Cikapundung merupakan lahan kering dataran tinggi. Penggunaan lahan umumnya tidak sesuai dengan kesesuaian lahan, sehingga lahan mengalami degradasi. Penelitian ini bertujuan merancang model usaha tani sayuran berbasis konservasi yang dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan serta mampu menjaga dan melestarikan sumber daya lahan dan lingkungan. Model usaha tani konservasi dirancang dengan pendekatan sistem untuk menganalisis beberapa subsistem usaha tani. Setiap subsistem usaha tani terdiri atas beberapa komponen yang saling menerangkan interaksi dan ketergantungan untuk membangun sistem usaha tani sayuran berbasis konservasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan lahan budi daya tanaman sayuran saat ini di hulu sub DAS Cikapundung lebih dari setengah, yaitu 57,87% atau 1.974 ha sesuai dengan kelas kesesuaiannya, tergolong sesuai marginal (S3) dengan faktor pembatas pH, KB, KTK, ketersediaan oksigen, dan lereng. Karakter utama usaha tani sayuran saat ini adalah: (1) rata-rata luas lahan yang diusahakan sempit ($< 0,5$ ha); (2) jenis tanaman yang diusahakan sudah berorientasi pasar (Agribisnis); (3) Pemanfaatan lahan intensif ($IP > 200\%$); dan (4) Belum sepenuhnya menerapkan teknologi usaha tani konservasi. Komponen yang paling berpengaruh pada subsistem usaha tani adalah jenis tanaman, sistem penanaman, dan penggunaan bahan amelioran, sedangkan pada subsistem konservasi adalah konservasi mekanik dan penggunaan mulsa.

Hasil pemilihan model dari lima alternatif model usaha tani konservasi, terpilih dua model, yaitu: model C dan E. Model C usaha tani konservasi tanaman sayuran layak secara teknis dan finansial digunakan pada lahan dengan kemiringan lahan 15-25% dan model E pada lahan dengan kemiringan lahan 8-15% di hulu sub DAS Cikapundung.

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) adalah sebuah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi, menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya, ke sungai utama yang bermuara ke danau atau laut (Manan

1977). Asdak (1999) menyatakan bahwa DAS merupakan suatu ekosistem yang di dalamnya terjadi interaksi antara unsur biotik dan unsur abiotik, dimana interaksi ini dinyatakan dalam bentuk keseimbangan antara masukan dan keluaran berupa air dan sedimen. Daerah aliran sungai biasanya berlereng curam, sehingga alirannya cepat hingga sangat cepat. Berdasarkan karakteristik, morfologi, dan aliran sungai, DAS terdiri atas dua bagian, yaitu bagian hulu dan hilir. Daerah hulu DAS mempunyai ciri antara lain: berlereng curam, batasannya jelas, tanahnya tipis, curah hujan tinggi, dan evapotranspirasi rendah. Lahan di daerah hulu DAS biasanya berupa lahan kering dan berfungsi sebagai daerah konservasi, sehingga aktivitas pemanfaatannya akan berpengaruh terhadap lingkungan di bagian hilir DAS.

Pemanfaatan lahan di daerah hulu DAS awalnya didominasi oleh tanaman hutan dan tumbuh-tumbuhan lebat serta rindang, berfungsi sebagai daerah resapan dan sumber air, bahan makanan, dan obat-obatan untuk kehidupan makhluk hidup. Namun demikian, meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan kebutuhan hidup, menyebabkan hutan di daerah tersebut telah dialihfungsikan, dimanfaatkan untuk permukiman penduduk dan dijadikan lahan pertanian, antara lain untuk kegiatan usaha tani sayuran.

Wilayah Sub DAS Cikapundung bagian hulu terletak di Bandung bagian utara, merupakan bagian dari Kawasan Bandung Utara. Luas arealnya sekitar 9.401 ha; terdiri atas 253,49 ha (2,7%) lahan basah digunakan untuk sawah dan 9.147,51 ha (97,3%) berupa lahan kering digunakan untuk hutan alam, hutan pinus, perkebunan kina, tegalan, lahan budi daya sayuran, dan palawija, serta permukiman. Sumber daya lahan di kawasan budi daya sub DAS Cikapundung bagian hulu sangat potensial. Tanahnya relatif subur, berasal dari batuan vulkanik (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat 2000) dan keadaan iklim sangat mendukung, sehingga sangat cocok untuk kegiatan usaha tani. Jenis usaha tani yang berkembang adalah usaha tani tanaman pangan, sayuran, dan buah-buahan. Usaha tani sayuran paling dominan diusahakan petani, karena bernilai ekonomi tinggi dan jangka waktu dari mulai tanam hingga panen lebih singkat dibandingkan jenis tanaman lainnya.

Karakteristik fisik tanah dan iklim di hulu sub DAS Cikapundung berlereng dengan curah hujan tinggi rata-rata ≥ 2.000 mm/tahun atau ≥ 250 mm/bulan selama 6 bulan dan jenis tanahnya Andisol bertekstur lempung berpasir yang tingkat agregasinya rendah dan sangat rentan terhadap erosi (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat 2000). Dampak erosi dirasakan oleh warga tidak saja yang berada di daerah hulu, melainkan juga yang berada di bagian tengah dan hilir, baik secara langsung maupun tidak langsung (Sitorus 2004). Dampak

langsung erosi di tempat kejadian antara lain adalah penurunan kualitas tanah, yaitu sifat kimia tanah dan fisik tanah (degradasi lahan).

Masalah-masalah yang berkaitan dengan kerusakan lahan dan lingkungan di hulu Sub DAS termasuk hulu DAS Cikapundung belum dapat diatasi secara tuntas. Untuk itu, diperlukan pendekatan baru agar usaha tani konservasi diterima dan diterapkan secara luas oleh petani dengan biaya yang layak. Pendekatan usaha tani konservasi sebelumnya lebih mengarah pada pendekatan pembangunan konservasi fisik-mekanik. Pendekatan baru harus lebih mengarah pada penggunaan lahan yang menjanjikan keuntungan segera kepada petani dalam bentuk hasil tinggi dan pendapatan finansial yang lebih baik.

Model usaha tani konservasi yang ideal di daerah hulu sub DAS seperti hulu sub DAS Cikapundung adalah *agroforestry*. Namun demikian, hasil penelitian Sehe (2007) yang dilaksanakan di sub DAS Cikapundung menunjukkan, bahwa hasil optimasi rekomendasi penerapan pola pemanfaatan *agroforestry* belum mampu mengatasi erosi sampai batas erosi yang ditoleransikan (Darsiharjo 2004). Douglas (1992) dalam Arsyad (2006) menyatakan bahwa teridentifikasi beberapa prinsip umum yang dapat digunakan agar berhasil dalam mempromosikan konservasi tanah pada tingkat usaha tani berskala kecil antara lain: (1) penerapan konservasi tanah haruslah ramah petani (*farmer friendly*) dan (2) perencanaan konservasi tanah haruslah mengutamakan petani (*farmer first approach*). Atas dasar itu, rancangan model usaha tani konservasi harus lebih memprioritaskan partisipasi petani.

Dalam melakukan pengelolaan lahan yang baik perlu diketahui keadaan daerah hulu sungai secara menyeluruh sebagai suatu ekosistem, karena daerah hulu sungai merupakan suatu ekosistem yang sangat kompleks. Menurut Arsyad (2006), pengelolaan DAS (*watershed management*) harus dilakukan melalui pengelolaan secara menyeluruh sumber daya alam yang terdapat dalam suatu DAS dalam rangka melindungi, memelihara, atau memperbaiki tata air, membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan manfaat sumber daya alam di dalamnya. Kegiatan tersebut bertujuan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan petani, serta untuk mendorong partisipasi petani dalam pelestarian sumber daya tanah dan air.

Menurut Abas *et al* (2003), upaya penanganan dan perbaikan kawasan perbukitan kritis atau lahan berlereng seperti di hulu sub DAS Cikapundung dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi sistem usaha tanikonservasi (SUK) sesuai zona agroekosistem setempat. Hasil kajian Syam (2003) menunjukkan, bahwa sistem usaha tani konservasi teras bangku dan teras gulud sesuai dengan zone agroekosistem setempat dapat menurunkan laju erosi dan meningkatkan produktivitas usaha tani serta pendapatan petani.

Usaha tani konservasi yang memadukan tindakan konservasi secara sipil teknis (mekanik) dan biologis (vegetatif), dengan pengaturan tata ruang tanaman semusim, tanaman tahunan, tanaman legum untuk konservasi sekaligus sebagai penghasil pupuk organik dan hijauan pakan ternak, serta rumput; dengan memperhatikan bentuk muka dan ciri bentang lahan sangat cocok dikembangkan pada lahan berlereng. Menurut Hawkins *et al* (1991), teknologi tersebut dikenal dengan teknologi konservasi *hedgerows*, yaitu salah satu komponen usaha pelestarian yang harus dipadukan dengan serangkaian kegiatan yang bersifat teknis, sosial budaya, dan kebijakan.

Pola usaha tani dengan teknologi *hedgerows* melibatkan beberapa jenis tanaman sehingga akan menghasilkan ekosistem yang saling menguntungkan, misalnya residu atau daun yang diambil dari hasil pangkasan tanaman pagar yang dilakukan secara periodik dapat dipakai sebagai mulsa atau dimasukkan ke dalam tanah sebagai pupuk hijau bagi tanaman semusim (Baldy dan Stigter 1997). Teknologi konservasi *hedgerows* sudah banyak diteliti untuk mengatasi berbagai permasalahan di lahan kering dan umumnya memberikan hasil yang baik karena teknologi ini murah dan sederhana. Di Philipina, khususnya di Provinsi Davao del Sur dan Provinsi Cebu, kebanyakan masyarakat petani sudah secara sadar mengadopsi teknologi konservasi *hedgerows* dalam sistem usaha taninya (Medina *et al* 2000).

Budi (2005) menyatakan bahwa perencanaan pengelolaan lahan pertanian berlereng di hulu DAS yang baik, harus sudah mempertimbangkan secara matang zona agroekosistem, kemampuan dan kesesuaian lahan, tindakan konservasi tanah serta memperhatikan aspek peraturan perundangan. Menurut Syafruddin *et al* (2004), sistem pertanian konservasi yang efisien, berproduksi tinggi, dan berkelanjutan dapat dicapai antara lain dengan memanfaatkan sumber daya spesifik lokasi berdasarkan karakteristik, kemampuan, dan kesesuaiannya. Lahan sebagai modal dasar dan faktor penentu utama dalam sistem produksi pertanian perlu dijaga agar tidak mengalami kerusakan. Apabila semua aspek tersebut dapat diintegrasikan dalam penyusunan rancangan model usaha tani konservasi, diharapkan secara tidak langsung kondisi tanah dan hidrologi DAS tersebut akan menjadi lebih baik (tujuan pengelolaan DAS akan tercapai) dan berkelanjutan.

Tujuan penelitian adalah merancang model usaha tani sayuran dataran tinggi berbasis konservasi yang mampu menjaga dan melestarikan sumber daya lahan dan lingkungan, sehingga lahan tersebut dapat digunakan secara berkelanjutan tanpa menurunkan kualitas sekaligus meningkatkan produktivitas dan pendapatan usaha tani di hulu sub DAS Cikapundung, Kawasan Bandung Utara.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di hulu sub DAS Cikapundung (Gambar 1). Sub DAS Cikapundung terletak di Bandung bagian utara yang merupakan bagian dari Kawasan Bandung Utara (KBU). Luas kawasan sekitar 9.401 ha berada pada ketinggian 800-2.200 m dari permukaan laut (dpl). Posisi geografis terletak pada 06°45'16"-06°53'12"LS dan 107°35'30"-107°44'58"BT. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada MP 2009.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Percobaan lapangan

Kegiatan percobaan lapangan model usaha tani sayuran dataran tinggi berbasis konservasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan *demplot*. Pendekatan ini dilakukan untuk mengkaji kelayakan teknis (produktivitas tanaman dan besarnya erosi yang terjadi) dan kelayakan finansial.

Percobaan dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Desa Mekarwari dan Gunung Putri. Model yang diuji coba di lapangan ada dua, yaitu:

- (1) **Model C:** sistem usaha tani konservasi teras bangku, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, dipasang mulsa plastik, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III, untuk lahan dengan kemiringan lahan 15-25%.
- (2) **Model E:** sistem usaha tani konservasi teras gulud, bedengan searah lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, dipasang mulsa plastik, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III, untuk lahan dengan kemiringan lahan 8-15%.

Luas masing-masing lokasi uji coba 0,25 ha yang dalam pelaksanaannya melibatkan petani setempat sebanyak 3 orang.

Jenis sayuran yang ditanam di dua lokasi adalah: salada dan brokoli (kelompok I), tomat dan cabai rawit (kelompok II). Sistem penanaman adalah tumpang gilir. Jenis tanaman yang pertama ditanam adalah Salada dan Tomat. Setelah kedua jenis tanaman berumur 2 minggu, ditanami cabai rawit. Brokoli ditanam setelah panen tomat. Jumlah populasi tanaman di dua lokasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah masing-masing jenis tanaman

No	Lokasi	Kemiringan lahan	Jenis tanaman	Populasi tanaman
1.	Desa Mekarwangi	8-15%	salada	5.600
			tomat	2.800
			cabai rawit	2.800
			brokoli	5.600
2.	Desa Gunung Putri	15-25%	salada	7.000
			tomat	3.700
			cabai rawit	3.700
			brokoli	7.000

Teknik budi daya yang diterapkan, selain komponen di dalam model adalah pemberian EM4, pupuk anorganik, dan pemeliharaan tanaman (penyiangan gulma dan pengendalian hama/penyakit).

Takaran pemberian kapur, pupuk kandang, dan pupuk anorganik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Takaran pemberian kapur, pupuk kandang, dan pupuk anorganik serta teknik pemberiannya

No	Lokasi/ Kemiringan lahan	Jenis	Takaran* (kg ha ⁻¹)	Cara Pemberian
1.	Mekarwangi/8-15%	kapur	3.000	Diaduk merata dengan tanah
		pupuk kandang	30.000	Diaduk merata dengan tanah
		pupuk NPK	300	Dibenamkan ke dalam tanah pada setiap lubang tanam
2.	Gunung Putri/15-25%	kapur	4.000	Diaduk merata dengan tanah
		pupuk kandang	40.000	Diaduk merata dengan tanah
		pupuk NPK	300	Dibenamkan ke dalam tanah pada setiap lubang tanam

* ditentukan berdasarkan hasil analisis tanah

Pemeliharaan tanaman disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Penyiangan gulma lebih mudah karena menggunakan mulsa plastik, sehingga

hanya dilakukan di sekitar pertanaman dan pada bagian lahan yang tidak ditanami. Pengendalian hama dan penyakit mengacu pada sistem pengendalian hama terpadu (PHT), kecuali pada saat terjadi ledakan serangan hama seperti pada tanaman tomat. Pengendalian hama/penyakit tomat dilakukan secara berkala setiap minggu dimulai pada saat tanaman mulai berbuah sampai menjelang panen. Selain penyiangan gulma dan pengendalian hama/penyakit, kegiatan pemeliharaan yang rutin dilakukan adalah penyiraman. Penyiraman rutin dilakukan setiap 4-7 hari, karena sejak 2 minggu setelah tanam tidak ada turun hujan.

Pemanenan dilakukan sesuai umur fisiologis tanaman. Panen salada dilakukan setelah tanaman berumur 57 hari, sedangkan panen tomat dilakukan setelah buah berwarna merah (sekitar 80 hari setelah tanam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Usaha tani

Sistem usaha tani sayuran yang dilakukan oleh petani sudah berorientasi agribisnis. Penggunaan lahan semakin intensif, karena kegiatan usaha tani yang dilakukan tidak sekedar memenuhi kebutuhan hidup petani tetapi sudah lebih berorientasi pada keuntungan. Dengan semakin intensifnya penggunaan lahan, maka petani sudah melaksanakan pengelolaan tanaman dan pemilihan jenis tanaman yang paling sesuai. Abas (2004) menyatakan bahwa, selain memilih komoditas tanaman yang bernilai ekonomi tinggi, yang perlu diperhatikan dalam usaha tani konservasi adalah sistem penanaman dan pengelolaan lahan. Suganda *et al* (1999) menyatakan bahwa sistem penanaman sayuran mempengaruhi kemampuan penutupan tajuk dalam mengintersep butiran hujan, sehingga menurunkan laju erosi. Hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan responden menunjukkan, bahwa umumnya petani menerapkan sistem tumpang gilir (penanaman lebih dari satu jenis tanaman dalam satu hamparan lahan dengan waktu tanam yang berbeda) dan tumpangsari (penanaman lebih dari satu jenis tanaman dalam satu hamparan lahan dengan waktu tanam yang sama).

Sistem pertanaman juga menentukan besarnya penutupan tajuk. Penutupan tajuk sangat mempengaruhi banyaknya air yang menembus tajuk dan sampai ke permukaan tanah secara langsung dan sangat ditentukan oleh jenis tanaman dan kerapatan tanaman. Semakin luas penutupan tajuk dan semakin rapat pertanaman, jumlah air yang lolos menembus tajuk dan sampai ke permukaan tanah semakin kecil. Dengan demikian besarnya erosi yang terjadi juga akan semakin kecil.

Alternatif Model Usaha Tani Sayuran Dataran Tinggi berbasis Konservasi

Berdasarkan hasil sintesis dari analisis parsial setiap komponen yang paling berpengaruh pada subsistem usaha tani konservasi, diperoleh lima alternatif model usaha tani konservasi tanaman sayuran di hulu sub DAS Cikapundung. Kelima alternatif model usaha tani konservasi tanaman sayuran disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Alternatif model usaha tanisayuran dataran tinggi berbasis konservasi

Model	Komponen	Pembeda
A	Sistem usaha tani konservasi teras bangku, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III.	• Teras bangku • Tanpa mulsa
B	Sistem usaha tani konservasi teras bangku, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang, dipasang mulsa plastik, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III.	• Teras bangku • Tanpa kapur
C	Sistem usaha tani konservasi teras bangku, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, dipasang mulsa plastik, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III.	• Teras bangku • Lengkap
D	Sistem usaha tani konservasi teras gulud, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, sistem penanaman sayuran tumpangsari/tumpang gilir kelompok I+III atau II+III.	• Teras gulud • Tanpa mulsa
E	Sistem usaha tani konservasi teras gulud, bedengan memotong lereng, menggunakan pupuk kandang+kapur, dipasang mulsa plastik, sistem penanaman sayuran tumpangsari tumpang gilir kelompok I+III atau II+III.	• Teras gulud • Lengkap

Model A, B, dan C diarahkan untuk lahan dengan kemiringan lahan 15-25%, sedangkan model D dan E untuk lahan kemiringan lahan 8-15%.

Rancangan model usaha tani konservasi tanaman sayuran terpilih dipilih dari beberapa alternatif model usaha tani konservasi. Model usaha tani terpilih kemudian diuji cobakan di lapangan dan dianalisis kelayakan teknis dan finansialnya. Jika secara teknis dan finansial layak, maka dapat dirokemandasikan untuk di terapkan petani di hulu sub DAS Cikapundung. Untuk mempercepat penerapan teknologi usaha tani konservasi, perlu dirancang subsistem kelembagaannya dan didukung dengan kebijakan pemerintah daerah.

Pemilihan model dari lima alternatif model usaha tani konservasi tanaman sayuran berbasis sumber daya spesifik lokasi menggunakan *analytical hierarchy process* (AHP). Alasan menggunakan AHP adalah:

- (1) Komponen yang membangun model usaha tani konservasi sangat kompleks, sehingga perlu memadukan cara berpikir secara deduktif dan berdasarkan sistem;
- (2) Tidak bisa memaksakan untuk berpikir secara linier dalam memilih model usaha tani konservasi, karena elemen-elemen dalam suatu sistem usaha tani saling ketergantungan;
- (3) Memilih model usaha tani konservasi harus mampu memilah elemen-elemen suatu sistem dalam berbagai tingkat berlainan dan mampu mengelompokkan unsur yang serupa dalam setiap tingkatan (berhierarki);
- (4) Ada prioritas, yaitu berdasarkan tujuan agar tanggapden (pakar) konsisten menetapkan berbagai prioritas dalam memilih suatu model usaha tani konservasi;
- (5) Ada beberapa alternatif dalam memilih model usaha tani konservasi, sehingga harus mampu menuntun ke suatu taksiran menyeluruh tentang kebaikan setiap alternatif; dan
- (6) Tidak boleh memaksakan konsensus dalam memilih model usaha tani konservasi, tetapi harus mensintesisakan suatu hasil yang representatif dari berbagai penilaian yang berbeda.

Hasil Percobaan Lapangan

1. Keragaan pertumbuhan tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman salada, tomat, dan cabai rawit pada dua model usaha tani konservasi sayuran yang berbeda tergolong baik, meskipun hampir sepanjang pertanaman (mulai 2 minggu setelah tanam sampai panen) tidak ada turun hujan. Pertumbuhan tanaman pada lahan yang memiliki kemiringan lahan 8-15% relatif lebih baik dibandingkan dengan pada lahan yang memiliki kemiringan lahan 15-25% seperti terlihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Keragaan pertumbuhan tanaman pada umur 20 hari setelah tanam pada model E (kemiringan lahan 8-15%)



Gambar 3. Keragaan pertumbuhan tanaman pada umur 20 hari setelah tanam pada model C (kemiringan lahan 15-25%)

2. Produktivitas tanaman

Jenis tanaman yang sudah dipanen adalah salada dan tomat. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa produktivitas salada dan tomat pada model E lahan yang memiliki kemiringan lahan 8-15% lebih tinggi dibandingkan dengan model C pada lahan yang memiliki kemiringan lahan 15-25% (Tabel 5).

Tabel 5. Produktivitas tanaman salada dan tomat pada dua model usaha tani konservasi sayuran di Hulu Sub DAS Cikapundung

No	Jenis tanaman	Produktivitas	
		Model E 8-15%	Model C 15-25%
		----- t/ha-----	
1.	Salada	16,64	11,60
2.	Tomat	27,72	24,92

Produktivitas baik salada maupun tomat pada model C lebih rendah dibandingkan dengan model E. Hal ini antara lain disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah pada model C menurun akibat pembuatan teras. Ada bagian tanah pada lapisan atas yang tercampur oleh tanah bagian bawah yang tingkat kesuburannya rendah, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Meskipun pemberian bahan organik berasal dari pupuk kandang sapi pada model C lebih tinggi dibandingkan dengan model E, namun pada tahun pertama pupuk kandang belum terurai secara sempurna.



Gambar 4. Teras bangku pada model C dengan kemiringan lahan 22% di Hulu Sub DAS Cikapundung

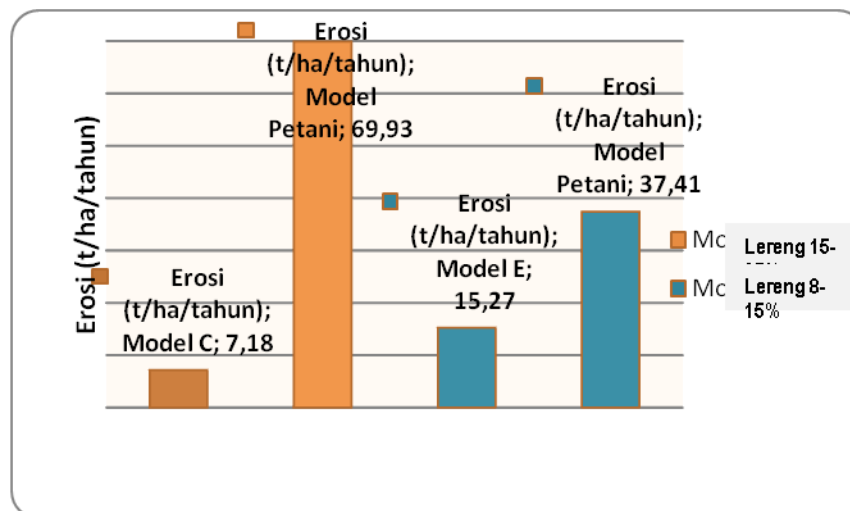
Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil uji coba model C, produktivitasnya sebesar 11,60 t ha⁻¹, lebih rendah dibandingkan dengan model usaha tani saat ini (12,67 t ha⁻¹). Namun tomat produktivitasnya lebih tinggi, yaitu 24,92 t ha⁻¹ dibandingkan dengan model usaha tani saat ini sebesar 21,25 t/ha. Pada model usaha tani konservasi sayuran Model E, produktivitas salada yaitu 16,64 t ha⁻¹ lebih tinggi dibandingkan dengan model usaha tani saat ini (12,67 t ha⁻¹). Produktivitas tomat juga tergolong tinggi, yaitu 27,72 t ha⁻¹, lebih tinggi

dibandingkan dengan model usaha tani saat ini, yaitu 21,25 t ha⁻¹. Secara finansial kedua model usaha tani yang diuji cobakan menguntungkan. Hal ini ditunjukkan dengan BC ratio > 1, yaitu 1,12 pada model C dan 1,4 pada model E.

3. Kelayakan teknis (besarnya erosi yang terjadi)

Salah satu indikator kelayakan teknis yang digunakan adalah besarnya erosi yang terjadi. Selama percobaan berlangsung belum ada turun hujan besar yang dapat menyebabkan erosi. Untuk dapat melihat kelayakan secara teknis, besarnya erosi dihitung dengan prediksi erosi menggunakan metode RUSLE. Menurut Sinukaban *et al* (1994), suatu tindakan atau model usaha tani konservasi dapat dikatakan layak sehingga dapat direkomendasikan jika besarnya erosi yang terjadi lebih kecil dari erosi yang masih diperbolehkan atau *tolerable soil loss* (TSL).

Hasil prediksi erosi menunjukkan bahwa penerapan model usaha tani konservasi model C pada lereng 15-25% mampu mengendalikan erosi dari 69,93 menjadi 7,18 t ha⁻¹ tahun⁻¹ atau sebesar 89,73% dibandingkan dengan model usaha tani konservasi yang biasa diterapkan oleh petani. Penerapan model usaha tani konservasi model E juga mampu menurunkan erosi dari 37,41 menjadi 15,27 t ha⁻¹ tahun⁻¹ atau sebesar 59,18% (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil prediksi erosi penerapan model usaha tanikonservasi berbasis sumber dayaspesifik lokasi di Hulu Sub DAS Cikapundung

Jika hasil prediksi erosi pada model C dan E dibandingkan dengan nilai TSL, maka model usaha tani konservasi C dan E layak direkomendasikan di hulu sub DAS Cikapundung. Model C direkomendasikan pada lahan yang memiliki

lereng 15-25% dan model E pada lahan yang memiliki lereng 8-15%. Hal ini berarti bahwa model usaha tani sayuran yang merupakan kombinasi dari vegetasi (jenis tanaman sayuran), sistem penanaman, teras, bedengan, dan mulsa plastik sangat baik untuk konservasi di hulu sub DAS Cikapundung.

Kemiringan lahan sangat besar pengaruhnya terhadap laju erosi. Meskipun jenis tanah, penggunaan lahan, dan vegetasi sama, namun apabila kemiringan lahan semakin kecil, besar erosi yang terjadi juga semakin kecil. Dengan demikian, keberhasilan pengendalian erosi tidak hanya ditentukan oleh salah satu tindakan. Tindakan konservasi terpadu baik secara vegetatif (vegetasi), teknis (mekanik), maupun kimia, akan sangat menentukan keberhasilan pengendalian erosi (Mediana *et al.*, 2000).

Hasil kajian Syam (2003) menunjukkan bahwa sistem usaha tani konservasi teras bangku dan teras gulud sesuai dengan zone agroekosistem setempat dapat menurunkan laju erosi dan meningkatkan produktivitas usaha tani serta pendapatan petani. Menurut Hawkins *et al* (1991), usaha tani konservasi yang memadukan tindakan konservasi secara sipil teknis (mekanik) dan biologis (vegetatif) dengan pengaturan tata ruang tanaman semusim, tanaman tahunan, tanaman legum untuk konservasi sekaligus sebagai penghasil pupuk organik dan hijauan pakan ternak, serta rumput, dengan memperhatikan bentuk muka dan ciri bentang lahan sangat cocok dikembangkan pada lahan berlereng. Teknologi tersebut dikenal dengan teknologi konservasi *hedgerows*, yaitu salah satu komponen usaha pelestarian yang harus dipadukan dengan serangkaian kegiatan yang bersifat teknis, sosial budaya, dan kebijakan.

KESIMPULAN

- (1) Komponen yang paling berpengaruh pada subsistem usaha tani adalah jenis tanaman, sistem penanaman, dan penggunaan bahan amelioran, sedangkan pada subsistem konservasi adalah konservasi mekanik dan penggunaan mulsa.
- (2) Model C usaha tani konservasi tanaman sayuran layak secara teknis dan finansial digunakan pada lahan dengan kemiringan lahan 15-25% dan model E pada lahan dengan kemiringan lahan 8-15% di hulu sub DAS Cikapundung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, A., Y. Soelaeman, dan A. Abdurachman. 2004. Keragaan dampak penerapan sistem usaha tanikonservasi terhadap tingkat produktivitas lahan perbukitan Yogyakarta. *J. Litbang Pertanian* 22:49-56.
- Abdurachman, A. dan F. Agus. 2000. Pengembangan Teknologi Konservasi Tanah Pasca-NWMCP. Prosiding Lokakarya Nasional Pembahasan Hasil Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Alternatif Teknologi Konservasi Tanah. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Hal. 25-38
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Edisi ke-2. Bogor. IPB Press.
- Asdak, C. 1999. DAS Sebagai Satuan Monitoring dan Evaluasi Lingkungan (Air Sebagai Indikator Sentral). Seminar Sehari PERSAKI "Daerah Aliran Sungai sebagai Satuan Perencanaan Terpadu dalam Pengelolaan Sumber daya Air". 21 Desember 1999. Jakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Baldy, C. and C.J. Stigter. 1997. Agrometeorology of Multiple Cropping in Warm Climates(English Edition). Institut National De La Recherche Agronomique (INRA). Paris.
- Budi, S.Y. 2005. Kajian Aspek Penggunaan Lahan dalam Pengelolaan DAS. Kerjasama Pemda Kabupaten Lampung Utara dengan Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Pertanian Universitas Lampung (UNILA). Bandar Lampung. (Tidak dipublikasikan)
- Darsiharjo. 2004. Model Pemanfaatan Lahan Berkelanjutan di Hulu Sungai (Studi Kasus daerah hulu sungai Cikapundung Bandung Utara). Disertasi Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hawkins, R., H. Sembiring, D. Lubis, and Suwardjo. 1991. The Potential of Alley Cropping in the Uplands of East and Central Java. Upland and Agriculture Conservation Project-Farming System Research, Agency for Agriculture Research and Development. Salatiga. (*unpublished*)
- Kurnia, U., Sudirman, dan K. Harry. 2002. Teknologi rehabilitasi dan reklamasi lahan kering. *Dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dalam Pengelolaan Lahan dan Air di Indonesia. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Manan, S. 1977. Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Medina, S.M., H. Narioka, J.N.M. Garcia, and Mastur. 2000. Soil Conservation and Farming Systems on Slope Land in Indonesia and the Philippines. *J.Jpn. Soc. Soil Phys.* 84:57-64.
- Nugroho, S.P. 1999. Sistem Pendekatan Konservasi Tanah dan Air untuk Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Kritis. *J. Air, Lahan, Lingkungan, dan Mitigasi Bencana* 4:1-7.

- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Hasil Survey dan Pemetaan Tanah DAS Citarum. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Salim, E. 1981. Pengarahan Menteri Negara Pengawasan dan Pengembangan Lingkungan Hidup. *Dalam* Prosiding Lokakarya Pengelolaan Terpadu DAS di Indonesia. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor. Hal. 9-20.
- Sehe, S. 2007. Analisis Kesesuaian dan Optimalisasi Penggunaan Lahan Kering Berbasis Agroforestri (Studi kasus lahan kering berlereng di hulu sub DAS Cikapundung Bandung Utara). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sinukaban, N., H. Pawitan, S. Arsyad, J.L. Armstrong, and M.G. Nethary. 1994. Effect of soil conservation practice and slope lengths on run off, soil loss, and yield of vegetables in West Java. *Australian J. of Soil and Water Conservation*. 7:25-29.
- Sitorus, S.R.P. 2004. Evaluasi Sumber daya Lahan. Penerbit Transito. Bandung.
- Subardja, H.D. 2006. Pengaruh Kualitas Lahan terhadap Produktivitas Jagung pada Tanah Vulkanik dan Batuan Sedimen di Daerah Bogor. *J. Tanah dan Iklim*. 6:21-29.
- Suganda, H; M.S. Djunaedi, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh Cara Pengendalian Erosi terhadap Aliran Permukaan Tanah Tererosi dan Produksi Sayuran pada Andisols. *J. Tanah dan Iklim*. 15:56-67.
- Suganda, H., M.S. Djaenudin, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1999. Pengaruh Arah Barisan Tanaman dan Bedengan dalam Pengendalian Erosi pada Budidaya Sayuran Dataran Tinggi. *J. Tanah dan Iklim*. 17:55-64.
- Syafruddin., A.N. Kairupan, A. Negara, dan J. Limbongan. 2004. Penataan sistem pertanian dan penetapan komoditas unggulan pada zone agroekologi di Sulawesi Tengah. *J. Litbang Pertanian* 23:61-67.
- Syam, A. 2003. Sistem Pengelolaan Lahan Kering di Daerah aliran sungai bagian hulu. *J. Litbang Pertanian* 22:162-171.

PENYEDIAAN NITROGEN DARI PUPUK LEPAS LAMBAT DI TANAH ANDISOLS DAN ENTISOLS PADA BEBERAPA TINGKAT SUHU LINGKUNGAN

Benito Heru Purwanto, Dja'far Shiddieq, Eko Hanudin, Nasih Widya Yuwono, Isti Sudaryanti, dan Setya Prabawa

Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

ABSTRAK

Tanaman banyak membutuhkan nitrogen baik untuk pertumbuhan maupun perkembangannya, tetapi efisiensi pemupukan nitrogen biasanya rendah apabila menggunakan pupuk cepat tersedia (*fast release fertilizer*). Pemanfaatan pupuk lepas lambat merupakan salah satu cara untuk dapat meningkatkan efisiensi nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari suhu lingkungan yang berbeda atas penyediaan nitrogen dari beberapa macam pupuk lepas lambat yang diaplikasikan pada tanah Andisols dan Entisols yang berkembang dari abu vulkan. Penelitian dilakukan pada tiga tempat dengan ketinggian yang berbeda dari permukaan laut (dpl), yaitu Bugel (0-6 m dpl.), Wonosobo (1.000 m dpl), dan Dieng (2.000 m dpl) sehingga diperoleh tingkat suhu lingkungan yang berbeda. Contoh pupuk dan tanah diambil setelah 2 minggu, 4 minggu, dan 8 minggu waktu aplikasi untuk kemudian ditetapkan kandungan nitrogen, total pupuk, ammonium tertukar tanah, ammonium, dan nitrat terlarut setelah dilakukan pelindian. Hasil penelitian menunjukkan nitrogen yang dilepaskan oleh pupuk lepas lambat pada tanah Andisols lebih rendah daripada tanah Entisols. Suhu lingkungan memberikan pengaruh atas penyediaan nitrogen pada kedua jenis tanah tersebut. Nitrogen yang dilepaskan oleh pupuk lepas lambat semakin banyak pada suhu lingkungan yang semakin tinggi. Kandungan nitrogen pupuk lepas lambat juga semakin berkurang dengan semakin lamanya waktu aplikasi, sedangkan kandungan ammonium dan nitrat terlarut semakin banyak dengan waktu aplikasi yang semakin lama.

PENDAHULUAN

Sayuran dataran tinggi merupakan komoditas pertanian bernilai ekonomis tinggi. Komoditas tersebut biasanya memanfaatkan tanah-tanah yang banyak terdapat di dataran tinggi seperti Andisols, Inceptisols, dan Entisols. Tanah-tanah tersebut mempunyai kendala kesuburan tanah yang beragam, sehingga tanaman sayuran yang ditanam pada jenis tanah tersebut memerlukan pemupukan agar supaya memperoleh hasil yang tinggi.

Pupuk nitrogen banyak digunakan untuk pemupukan, karena kandungan nitrogen yang tinggi, mudah diperoleh dan murah, tetapi pada kenyataannya efisiensi pemupukan pupuk nitrogen rendah pada tanaman-tanaman pertanian (Fageria dan Baligar 2005). Sedangkan pola pemupukan yang berlebihan dapat menimbulkan pengaruh negatif baik bagi pertumbuhan tanaman berupa penundaan masa generatif, maupun pencemaran lingkungan sekitar berupa kandungan nitrat terlarut yang tinggi (Peoples *et al* 2004). Pupuk-pupuk nitrogen lepas lambat dapat dipakai sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen sekaligus dapat mengurangi kehilangan nitrogen sehingga tidak mencemari lingkungan.

Banyak pupuk nitrogen yang tersedia di pasaran, baik yang berupa pupuk tunggal maupun majemuk, pupuk lepas cepat (*fast release fertilizer*), pupuk lepas lambat (*slow release fertilizer*), maupun pupuk lepas terkendali (*controlled-released fertilizer*). Pupuk lepas terkendali adalah pupuk yang dapat menunda pelepasannya hara sampai aplikasi dalam waktu tertentu. Berbeda dengan pupuk lepas terkendali, maka informasi mengenai pelepasan hara beserta pengaruh faktor suhu atas pelepasan hara dari pupuk tersebut di dalam tanah tidak tersedia. Tidak adanya standarisasi antara skala laboratorium dan lapangan serta minimnya informasi mengenai pelepasan nitrogen dari pupuk menjadi permasalahan yang harus ditemukan solusinya. Pelepasan hara pada pupuk terutama di daerah tropika cenderung sangat cepat oleh karena suhu dan curah hujan yang tinggi. Adanya acuan yang dapat digunakan untuk pelepasan unsur hara dari pupuk pada berbagai tingkat suhu di daerah tropika sangat diperlukan.

Tujuan penelitian adalah mempelajari pola penyediaan nitrogen (jumlah nitrogen yang terlarutkan) dari pupuk lepas lambat pada berbagai suhu lingkungan di tanah Andisols dan Entisols.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tiga lokasi dengan ketinggian yang berbeda untuk mendapatkan keragaman suhu lingkungan, yaitu Bugel dengan ketinggian (0-6 m dpl), Wonosobo (1.000 m dpl), dan Dieng (2.000 m dpl). Penelitian ini menggunakan dua jenis contoh tanah permukaan yang berasal dari bahan-bahan vulkan, yaitu Entisols yang diambil dari Sleman dan Andisols yang diambil dari Noborejo, Salatiga. Tanah dikering anginkan dan diayak agar lolos saringan 2 mm. Sebelum penelitian dilakukan, beberapa sifat kimia tanah yang penting dianalisis di Laboratorium Tanah Umum, Fakultas Pertanian UGM. Sifat kimia tanah yang diamati yaitu: pH tanah yang diukur dengan menggunakan pH meter, daya hantar listrik (*Electrical Conductivity*) diukur dengan menggunakan EC meter, KPK tanah ditetapkan dengan NH_4OAc pH 7, bahan organik tanah

ditetapkan dengan metode Walkley and Black, sedangkan N total tanah ditetapkan dengan menggunakan metode distilasi dan titrasi.

Tanah yang sudah dikering anginkan dimasukkan ke dalam paralon, dan di dalam paralon, tanah dikondisikan dalam keadaan kapasitas lapangan (*field capacity*) dan ditutup dengan plastik, ditempatkan pada ketiga ketinggian tempat yang berbeda di atas. Pupuk sebanyak 6 gram dicampur dengan 20 g contoh tanah dan dibungkus dengan kain kasa dan kemudian dibenamkan ke dalam tanah di dalam paralon tanah. Setelah ditambah dengan pupuk, tanah diinkubasikan selama 2, 4, dan 8 minggu pada tiga tempat tadi, untuk kemudian dilakukan pelindian setiap 2 minggu sekali dan pupuk di dalam tanah diambil untuk dianalisis setiap akhir inkubasi. Pengamatan suhu udara pada ketiga tempat tersebut, dilakukan secara harian selama masa inkubasi dan dicatat suhu maksimum hariannya.

Adapun jenis pupuk lepas lambat yang digunakan di dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 1. Pupuk-pupuk tersebut adalah pupuk-pupuk yang beredar di pasaran luas.

Tabel 1. Pupuk lepas lambat yang digunakan di dalam penelitian

Kode	Grade Pupuk (N – P ₂ O ₅ – K ₂ O)
PM1 (Dc)	18 – 11 – 10
PM2 (Ms)	42 – 0 – 0
PM3 (Mt)	17 – 17 – 17
PM4 (Mg)	7 – 40 – 6 – 12
PM5 (Os)	14 – 14 – 14
PM6 (Sw)	18 – td – td

Analisis yang dilakukan pada pupuk yaitu: jumlah nitrogen yang dilepaskan atau yang terlarutkan dari pupuk yang ditentukan dengan cara:

N yang terlarutkan dari pupuk = N awal pupuk – N sisa dalam pupuk

% N yang terlarutkan = (N yang terlarutkan / N awal pupuk) x 100%

Analisis air yang terlindi meliputi kandungan ammonium terlarut, nitrat terlarut, pH dan daya hantar listrik (DHL). Kandungan ammonium dan nitrat terlarut ditetapkan dengan distilasi dan titrasi, sedangkan pH air dan DHL air ditetapkan dengan pH dan EC meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Udara Rata-rata Lokasi Inkubasi

Hasil pengamatan atas rata-rata suhu udara maksimum selama masa inkubasi pada ketiga ketinggian tempat disajikan pada Tabel 2. Rata-rata suhu maksimum pada ketinggian tempat 6 dpl (Bugel) adalah 29 °C, ketinggian tempat

1.000 m dpl adalah 26,6 °C, dan ketinggian tempat 2.000 m dpl adalah 18,1 °C. Perbedaan ketinggian tempat antara Bugel dan Wonosobo adalah 994 m, sedangkan antara Wonosobo dan Dieng adalah 1.000 m, tetapi selisih suhu antara Bugel dan Wonosobo dan Wonosobo dan Dieng, tidak sebanding dengan perbedaan ketinggian antar ketiga tempat tersebut. Selisih suhu antara Bugel dan Wonosobo adalah 2,7 °C, dan selisih suhu antara Wonosobo dan Dieng adalah 8,5 °C.

Tabel 2. Rata-rata suhu maksimum pada lokasi inkubasi selama 2, 4, dan 8 minggu Inkubasi

Tempat (dpl)	Suhu (°C)			
	2 Minggu	4 Minggu	8 Minggu	Rata-rata
Bugel (6 m)	28,5	29,2	30,3	29,3
Wonosobo (1.000 m)	26,5	27,3	26,1	26,6
Dieng (2.000 m)	18,3	17,8	18,1	18,1

Sifat kimia tanah Andisols dan Entisols

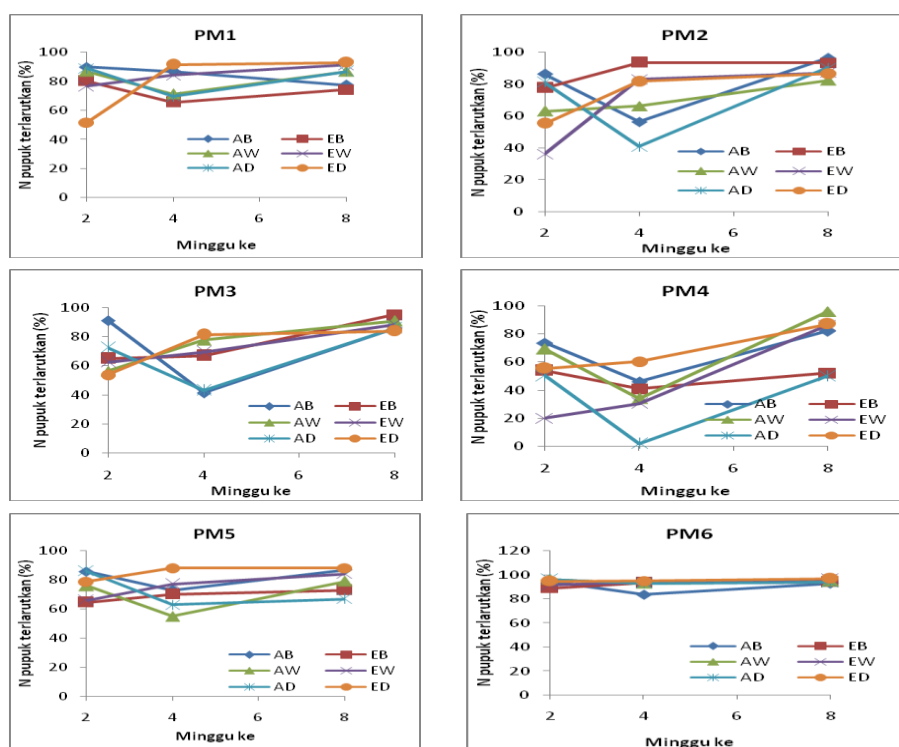
Sifat-sifat kimia tanah disajikan pada Tabel 3. Kedua jenis tanah tersebut mempunyai pH yang mendekati netral. Kandungan bahan organik tanah Andisols tergolong tinggi, tetapi Entisols mempunyai kandungan bahan organik tanah yang sedang. Kandungan bahan pH tanah yang mendekati netral dan kandungan bahan organik tanah yang tinggi pada tanah Andisols ini adalah sama dengan penelitian yang dihasilkan oleh Van Ranst *et al* (2004), sedangkan sifat kandungan bahan organik tanah Entisol adalah rendah seperti dikemukakan oleh Purwanto *et al* (2009). Nilai daya hantar listrik (*electrical conductivity*) kedua jenis tanah tersebut tergolong rendah, dengan nilai KPK yang jauh lebih besar pada tanah-tanah Andisols. Patut diduga bahwa dengan nilai KPK yang tinggi pada tanah Andisols, akan menyebabkan unsur hara yang berasal dari pupuk banyak yang terjerap oleh kompleks pertukaran tanah, sedangkan KPK tanah yang rendah pada tanah Entisols menyebabkan unsur hara yang berasal dari pupuk akan mudah larut dan cepat terlindi.

Tabel 3. Sifat-sifat kimia tanah yang digunakan di dalam penelitian

Sifat Kimia	Andisols	Entisols	Unit
Field Capacity	820	250	g kg ⁻¹
Ph	5,6	6,2	-
Electrical Conductivity	0,03	0,05	mS
CEC	100	1,6	cmol(+) kg ⁻¹
Organic Matter	50	32	g kg ⁻¹
N total	Tidak ditetapkan	0.5	g kg ⁻¹

Nitrogen pada pupuk terlarutkan dan air lindian pada beberapa waktu inkubasi

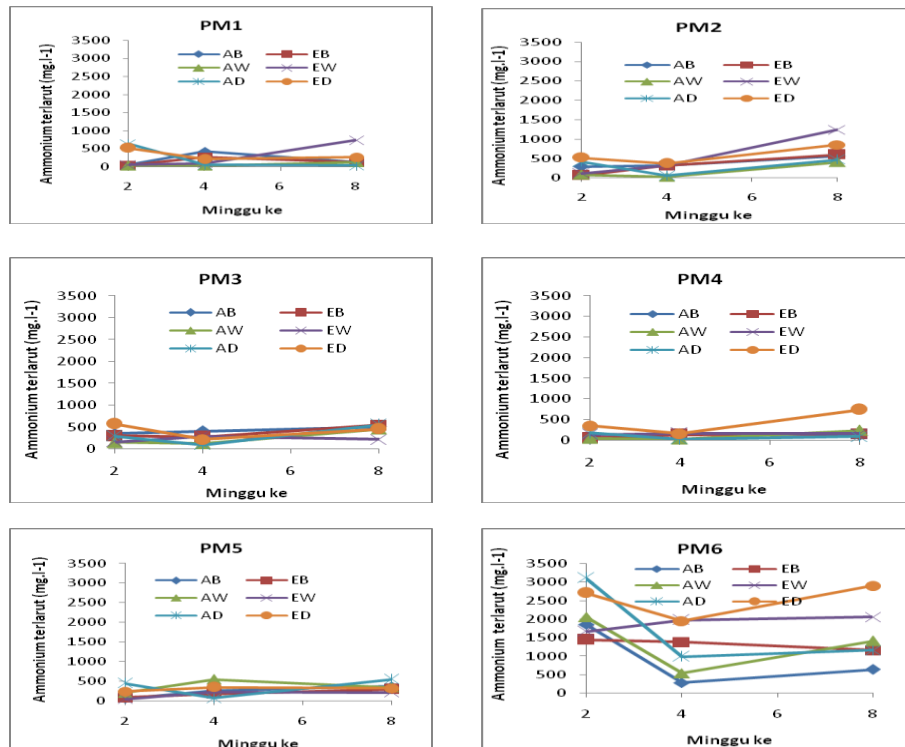
Gambar 1 menunjukkan jumlah nitrogen dari pupuk yang terlarut ke dalam tanah yang merupakan selisih antara kandungan nitrogen pupuk sebelum ditanamkan dengan setelah pembenaman. Nitrogen yang terlarutkan dari pupuk bervariasi menurut suhu lingkungan yang berbeda dan lama inkubasi memberikan pelepasan nitrogen yang semakin tinggi, kecuali PM6. Suhu lingkungan berpengaruh atas jumlah nitrogen yang terlarutkan terutama pada tanah Andisols, dengan ciri bahwa jumlah nitrogen yang terlarutkan tertinggi dihasilkan oleh pupuk yang diinkubasi pada daerah Bugel. Pengaruh suhu atas jumlah nitrogen yang terlarutkan pada pupuk lepas lambat tidak teramati dengan tegas pada tanah Entisols, yang kemungkinan disebabkan oleh tekstur tanah pasiran dan KPK tanah Entisol yang rendah.



Gambar 1. Kandungan N pupuk yang terlarutkan (%) pada tanah Andisols dan Entisols di beberapa ketinggian tempat selama inkubasi. A = Andisols, E = Entisols, B : Bugel, W : Wonosobo, D : Dieng

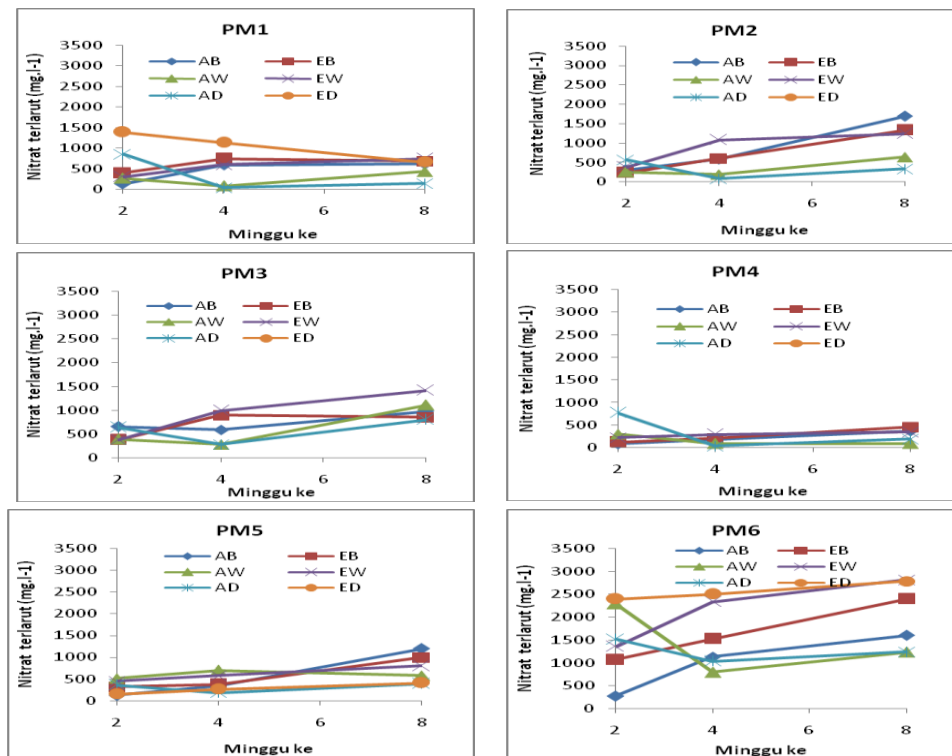
Menurut gambar 1, pelepasan nitrogen pada tanah Andisols ditandai dengan penurunan jumlah nitrogen yang dilepaskan pada inkubasi minggu ke empat dan meningkat lagi pada minggu ke delapan. Berbeda dengan tanah Andisols, pada tanah Entisols diamati bahwa pelepasan nitrogen pupuk meningkat selama masa

inkubasi pada berbagai suhu, yang kemungkinan berkaitan dengan sifat tanah Entisols yang mempunyai KPK yang rendah sehingga daya pengikatan hara yang rendah. Pupuk PM6 tidak menunjukkan pola pelepasan yang serupa dengan pupuk lepas lambat lainnya, yaitu, jumlah nitrogen yang terlarutkan mendekati 100% dari jumlah pupuk awal selama masa inkubasi, yang kemungkinan disebabkan pupuk PM6 tidak mempunyai sifat lepas lambat.



Gambar 2. Kandungan ammonium terlarut (mg/l) pada air lindian tanah Andisols dan Entisols di beberapa ketinggian tempat selama inkubasi. A : Andisols, E : Entisols, B : Bugel, W : Wonosobo, D : Dieng

Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa ammonium dan nitrat terlarut pada air lindian menunjukkan pupuk PM6 mempunyai jumlah ammonium dan nitrat terlindi yang lebih banyak jika dibandingkan dengan pupuk yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk PM6 mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pupuk lepas lambat lainnya, sehingga pupuk PM6 dapat dikatakan tidak mempunyai sifat lepas lambat seperti yang diinginkan. Gambar 3 dan 4 juga menunjukkan bahwa jenis tanah dapat berpengaruh atas jumlah unsur hara yang terlindi. Jumlah ammonium dan nitrat yang terlindi pada tanah Entisols senantiasa lebih tinggi daripada Andisols. Tekstur tanah Entisols yang digunakan pada penelitian ini lebih kasar dibandingkan tanah Andisol, yang menurut Milroy *et al* (2008) bahwa tekstur tanah yang lebih kasar dapat menyebabkan jumlah nitrogen yang terlindi lebih tinggi.

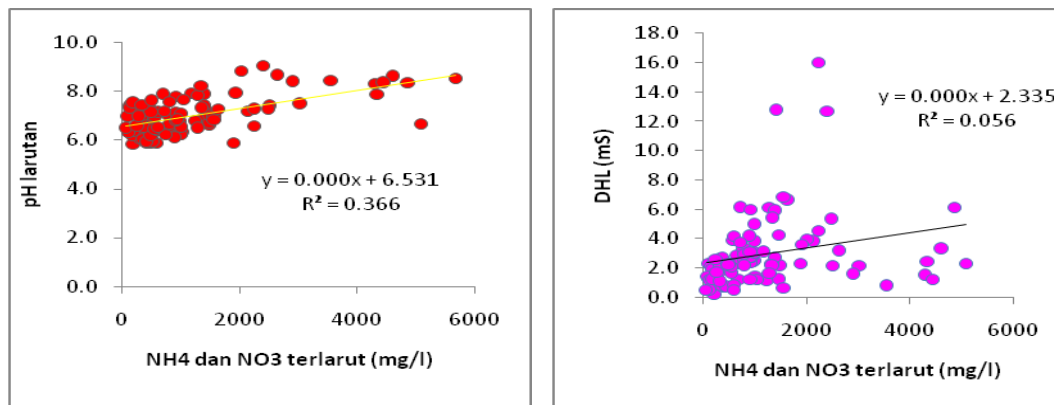


Gambar 3. Kandungan nitrat terlarut (mg l⁻¹) pada air lindian tanah Andisols dan Entisols di beberapa ketinggian tempat selama inkubasi. A : Andisols, E : Entisols, B : Bugel, W : Wonosobo, D : Dieng

Tabel 4. Rata-rata pH dan DHL air lindian pada tanah Andisols dan Entisols

Lama Inkubasi	Pupuk	Andisols		Entisols	
		Rata-rata pH	Rata-rata DHL (mS)	Rata-rata pH	Rata-rata DHL (mS)
2 MINGGU	PM1	6.2	2.2	6.0	2.1
	PM2	6.3	3.0	6.0	2.4
	PM3	6.4	2.4	6.6	2.3
	PM4	6.4	2.4	6.2	2.4
	PM5	6.5	2.3	6.3	2.2
	PM6	7.9	3.2	7.2	2.5
4 MINGGU	PM1	6.5	1.4	7.0	2.3
	PM2	6.9	1.9	7.8	3.9
	PM3	6.7	1.5	7.8	1.5
	PM4	6.9	0.9	7.2	2.0
	PM5	6.6	2.7	7.0	1.5
	PM6	8.1	6.3	8.3	3.4
8 MINGGU	PM1	6.7	3.2	6.8	3.8
	PM2	7.3	2.7	7.6	5.6
	PM3	7.1	2.5	7.4	1.5
	PM4	7.2	1.7	7.1	3.5
	PM5	6.8	4.7	6.9	4.5
	PM6	8.3	10.6	8.4	4.5

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata pH dan DHL air lindian pada tanah Andisols masing-masing berkisar antara 6,2–8,3 dan 0,9–10,6, sedangkan pada tanah Entisol masing-masing berkisar antara 6,0–8,4 dan 1,5–4,5. Nilai pH dan DHL air lindian paling tinggi ditemukan pada air lindian pupuk PM6 yaitu masing-masing 8,4 dan 10,6. Nilai DHL yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman (Katerji *et al* 2000), sehingga diperlukan kehati-hatian di dalam aplikasi pupuk, terutama dengan sifat pelepasan hara seperti PM6 yang dapat menyebabkan peningkatan pH dan DHL yang tinggi. Peningkatan pH dan DHL air lindian yang tinggi juga dapat merugikan lingkungan. Peningkatan pH air lindian pada tanah Andisol dan Entisols disebabkan oleh peningkatan kandungan ammonium dan nitrat terlarut (gambar 4), sedangkan peningkatan DHL air lindian tidak berhubungan erat dengan kandungan ammonium dan nitrat pada air lindian, yang kemungkinan ada kation dan anion terlarut lainnya di dalam pupuk dan tanah yang ikut terlindi sehingga turut mempengaruhi DHL air lindian.



Gambar 4. Hubungan antara ammonium dan nitrat terlarut atas pH dan DHL air lindian

KESIMPULAN

1. Nitrogen yang terlarutkan dari pupuk bervariasi menurut suhu lingkungan yang berbeda, dan lama inkubasi memberikan pelepasan nitrogen yang semakin tinggi, kecuali PM6.
2. Kandungan ammonium dan nitrat terlarut di dalam air pelindian pupuk PM6 jauh lebih tinggi dibanding dengan pupuk lainnya, sehingga lebih berpotensi merugikan lingkungan.
3. pH larutan pelindian berhubungan erat dengan kandungan ammonium dan nitrat terlarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Fageria, N.K. dan V. C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy* 88: 98-187
- Katerjia, N., J.W. Van Hoornb, A. Hamdyc, and M. Mastrorillid. 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress Day Index. *Agricultural Water Management* 43: 99-109
- Milroy, S.P., S. Asseng, and M.L. Poole. 2008. Systems analysis of wheat production on low water-holding soils in A Mediterranean-Type Environment. II. Drainage And Nitrate Leaching. *Field Crops Research* 107: 211–220.
- Peoples, M.B., E.W. Boyer, K.W. T. Goulding, P.Heffer, V. A. Ochwoh, B. Vanlauwe, S. Wood,K. Yagi, and O. Van Cleemput. 2004. Pathways Of Nitrogen Loss And Their Impacts On Human Health And The Environment. p. 53-70 *In* A. R. Mosier and J. K.Syers (eds.). *Agriculture And the Nitrogen Cycle*.
- Purwanto, B.H., S.N.H. Utami, A. Maas, W.E. Widayati, dan H. Widowati. 2009. Peningkatan efisiensi serapan N tebu pada tanah sawah melalui aplikasi pupuk urea humat. *Kemajuan Riset Terkini Universitas Gadjah Mada. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. hlm.101-106.
- Van Ranst, E, S. R. Utami, J. Vanderdeelen, and J. Shamshuddin. 2004. Surface reactivity of andisols on volcanic ash along the Sunda Arc Crossing Java Island, Indonesia .*Geoderma* 123 (3-4): 193-203.

THE EFFECT OF CALCIUM SILICATE ON THE PHOSPHORUS SORPTION CHARACTERISTICS OF ANDISOLS LEMBANG

Arief Hartono

Department of Soil Science and Land Resource, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University. Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga 16680

ABSTRACT

The effect of calcium silicate to the phosphorus (P) sorption characteristics were studied in Andisols Lembang. The amount of 0, 2.5 and 5% CaSiO_3 (calcium silicate) or 0, 7.5 and 15 g calcium silicate per pot was added to the 300 g (oven-dry weight) soil and incubated for one month. A completely randomized design in double replication was set up. After one month incubation, P sorption and P sorption kinetic experiments were conducted. The results of P sorption experiment showed that P sorption data were satisfactorily described by the Langmuir equation, which was used to determine P sorption maxima, bonding energies and P sorbed at 0.2 mg P l^{-1} (standard P requirement). The application of calcium silicate did not affect significantly P sorption maxima but decreased significantly the P bonding energies. Calcium silicate also decreased significantly the standard P requirements. As for P sorption kinetic experiment, the results showed that application of 5% calcium silicate decreased significantly the rate constant of P sorption and P sorbed maximum at given amount of added P. The results suggested that the application of calcium silicate to the Andisols made added P was more available for plant.

Key words: Andisols Lembang, calcium silicate, kinetic, P sorption

INTRODUCTION

Andisols in Lembang west Java is extensively used by farmers for horticulture. The knowledges concerning the behaviour of nutrients in this soil are very important to uplift the production of the crops. One of the most important nutrient after nitrogen is phosphorus (P). It is well known that Andisols exhibit the high P sorption capacity due to the type of clay minerals.

Andisols Lembang was dominated by amorphous silicate clay mineral allophane and amorphous aluminum (Al) and iron (Fe) oxides extracted by ammonium oxalate (Tan and Van Schuylenborgh 1961 Tan 1965). These kinds of clay mineral has large capacities to sorb P (Wada 1959 Birell 1961; Fassbender 1968 Kingo and Pratt 1971 Beck *et al*/1999 Van Ranst *et a* 2004). As a result, most of added P in Andisols Lembang will be sorbed by these clay

minerals. P sorbed in this soil was reported difficult to be desorbed due to high bonding energy of P sorption (Beck *et al* 1999).

The use of CaSiO_3 (calcium silicate) in Andisols Lembang was reported to enhance the transformation of chemisorbed P pool to biologically available P (resin-P inorganic) pool (Hartono 2007). It means that calcium silicate is promising ameliorant for mining unavailable P which was accumulated in this soil. Further research concerning the effect of calcium silicate application on the P sorption characteristics is needed. It is related to P sorption maximum, bonding energy, P sorbed at 0.2 mg l^{-1} (standard P requirement) and the kinetic of P sorption. Those parameters were positively correlated with plant uptake for P (Fox and Kamprath 1970).

The objectives of this study were to evaluate the effect of calcium silicate on the P sorption characteristics concerning P sorption maximum, bonding energy, standard P requirements and the kinetic of P sorption of Andisols Lembang.

MATERIALS AND METHODS

Soil sample. Soil samples of surface horizon of cultivated Andisols were collected. The coordinate of sampling site was S $6^{\circ} 48' 5''$ and E $107^{\circ} 39' 0''$. Soil samples were air-dried and crushed to pass through a 2-mm mesh sieve.

Methods of initial soil analyses. pH was measured in a 1:1.5 (w/v) water solution using a pH meter. Clay content was determined by the pipet method where Jeffries method described by Jeffries (1947) was used to disperse soil particles. Clay minerals were identified by X-ray diffraction analysis (Rigaku RAD-2RS Diffractometer). The content of organic carbon (C) in soil was measured with a NC analyzer (Sumigraph NC analyzer NC-800-13 N, Sumika Chem. Anal. Service). Available P content was obtained by the Bray 1 method (Bray and Kurtz, 1945) while total P was determined by digesting the soil sample using concentrated perchloric acid and nitric acid as described by Kuo (1996). Their absorbance at 693 nm was determined using a UV-VIS spectrophotometer (UV-1200, Shimadzu Corporation Japan). Cation exchange capacity (CEC) was obtained by extraction with $1 \text{ mol l}^{-1} \text{ NH}_4\text{OAc}$ pH 7.0 and the contents of exchangeable bases calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) were determined by atomic absorption spectrophotometry (AA-640-12, Shimadzu Corporation, Japan) while those of exchangeable potassium (K^{+}) and sodium (Na^{+}) were determined by flame emission spectrophotometry (AA-640-12, Shimadzu Corporation, Japan). Base saturation was defined as the ratio of total exchangeable bases to CEC, expressed as a percentage. Exchangeable Aluminum (Al) was extracted with $1 \text{ mol l}^{-1} \text{ KCl}$.

The contents of oxalate-extractable Fe and Al (Fe_o and Al_o) were obtained by extraction with 0.3 mol l^{-1} ammonium oxalate, at pH 3 for 4 hours in a dark room (McKeague and Day, 1966). Extracted Fe and Al of Al_o and Fe_o were filtered through a syringe filter with a $0.45 \mu\text{m}$ pore size (Minisart RC 15 sartorius Hannover Germany). Contents of extracted Fe and Al were then determined by inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy (SPS1500, SEIKO).

Incubation experiment. 300 g (oven-dry weight) soil was weighed into a plastic pot and incubated with CaSiO_3 (calcium silicate grade laboratory) for one month. A completely randomized design in double replication was set up. The experiment consisted of 3 levels of Calcium silicate. Those were 0, 2.5 and 5% calcium silicate or 0, 7.5 and 15 g Calcium silicate per pot. Deionized water was added to the pots to maintain the soil moisture around 85% of field capacity every second day gravimetrically. After the period of incubation, the soil samples were air-dried.

P sorption experiment. P sorption data were obtained using the procedure described by Fox and Kamprath (1970). Duplicate 3 g samples ($< 2 \text{ mm}$) were equilibrated in 30 mL of $0.01 \text{ mol l}^{-1} \text{ CaCl}_2$ containing P at various concentrations ($0 - 100 \text{ mg l}^{-1}$) as KH_2PO_4 for 6 days at 25°C . Two drops of toluene were added to suppress the microbial activity, and the suspension was shaken for 30 minutes twice daily. At the end of the equilibration period, the soil suspensions were centrifuged at 2500 rpm for fifteen minutes and filtered (filter paper No. 6, Advantec Toyo Tokyo Japan). The amount of P in the supernatant solution was determined by the procedure of Murphy and Riley (1962). The absorbance at 693 nm was determined using a UV-VIS spectrophotometer (UV-1200 Shimadzu Corporation Japan). The amount of P sorbed by the soils was calculated as the difference between the amount of P added and the amount remaining in solution. The P sorption data were fitted to the non linear of Langmuir equation, as described below:

$$q = Kbc / (1 + Kc)$$

Where, c = the equilibrium concentration of P in the soil solution, q = the quantity of P sorbed per unit mass of sorbent, b = P sorption maximum, K = a constant related to the bonding energy of sorption. To determine the maximum sorption capacity (b) and bonding energy (K), the equation was arranged in the linear form as below:

$$c/q = c/b + 1/Kb$$

Standard P requirement, which is expressed as the amount of P sorbed when the equilibrium concentration was 0.2 mg P l^{-1} was also determined.

P Sorption kinetic experiment. Duplicate 3 g samples (< 2 mm) were equilibrated in 30 mL of 0.01 mol l⁻¹ CaCl₂ containing 50 mg P l⁻¹ as KH₂PO₄. Two drops of toluene were added to suppress the microbial activity. The suspension was shaken for 1 minute (mint), 5 mint, 10 mint, 15 mint, 20 mint, 30 mint, 1 hour (h), 3 h, 6 h and 48 h. As in P sorption experiment, in the end of the shaking period, the soil suspensions were centrifuged at 2500 rpm fifteen minutes and filtered (filter paper No 6 Advantec Toyo Tokyo Japan). P content in the supernatant solution was determined by the procedure of Murphy and Riley (1962). The absorbance at 693 nm was determined using a UV-VIS spectrophotometer (UV-1200 Shimadzu Corporation Japan). The amount of P sorbed by the soils was calculated as the difference between the amount of P added and the amount remaining in solution. P sorption kinetic experiments were conducted at 25° C.

For describing the P sorption kinetic, the data was fitted to first order kinetic equation as below.

$$P \text{ sorbed} = a (1 - e^{-kt})$$

where the constant *a* is the P sorbed maximum at given amount of P added in mg kg⁻¹, *k* in h is the rate constant of P sorption and *t* in h is shaking period.

Statistical analyses. Analyses of variance followed by a Tukey's test were applied to evaluate the effect of calcium silicate to the parameters. SYSTAT 8.0 was used for the statistic analyses (SPSS Inc 1998).

RESULTS AND DISCUSSION

General physicochemical properties of the original soil

As described in Hartono (2007), X-ray diffraction analysis showed that there was no peak observed in the diffractograms (Fig 1). It suggested that all clay minerals in this soils was amorphous clay minerals. Allophane and amorphous Al and Fe oxides were probably dominant clay type in its amorphous clay minerals as reported by Tan (1965).

Selected physicochemical properties of the soil is presented in Table 1. The criteria published by Soepratohardjo (1983) was used to judge some soil properties status. The soil reaction was acid while Al saturation of this soil was medium. The organic carbon was very high. CEC was high but Ca²⁺, K⁺, Na⁺ status of this soil were low except Mg²⁺ was very low caused the base saturation low. Sum of percentage of Al plus half of Fe extracted by ammonium oxalate acid more than 2% typifies for Andisols. Bray 1 P was very high. Total-P which reached about 5.000 mg P/kg was considered very high compared the other soils

of upland soils (Hartono *et al* 2006). It suggested that P was really accumulated in this soil due to very intensive P fertilization.

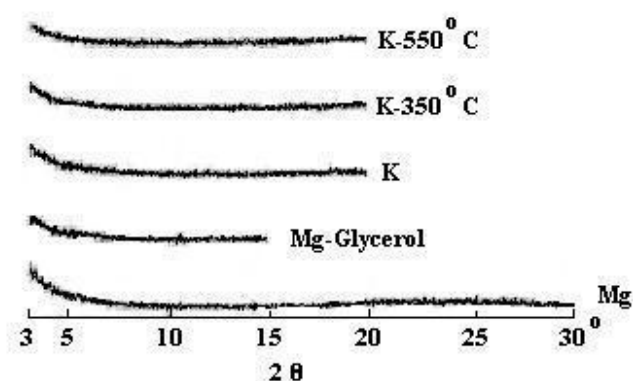


Figure 1. Diffractograms of X-ray Diffraction Analysis

Tabel 1. Physicochemical properties of Andisol Lembang and their status according to the criteria of center for soil research and agroclimate (1983)

Properties	Values	Status
pH H ₂ O (1 : 1.5)	4.74	Acid
Organic C (%)	7.63	Very high
Clay (%)	24.3	-
CEC (cmol _c kg ⁻¹)	30.1	High
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2.64	Low
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.34	Low
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.10	Low
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.21	Low
Base saturation (%)	10.9	Very low
Exchangeable Al (cmol/kg)	0.93	-
Al saturation (%)		Medium
Bray-1 P (mg/kg)	80.8	Very high
Total-P (mg/kg)	4783	-
Oxalate:		-
Al (Al _o) (%)	5.97	-
Fe (Fe _o) (%)	2.11	-
Al _o +1/2Fe _o (%)	7.03	-

P sorption parameters

Langmuir P sorption maxima, bonding energies and standard P requirements (P sorbed at 0.2 mg P l⁻¹) as well as R² values for the Langmuir equation are presented in Table 2. The plot of P in solution versus P sorbed of original data and their Langmuir curves was presented in Figure 2.

Table 2. Equilibrium Langmuir sorption maxima (b), bonding energies (K), standard P requirements of the soils and R² value at 25 °C

Treatment	Sorption maximum (b) (mg P kg ⁻¹)	Bonding energy (K) (l mg ⁻¹)	P sorbed at 0.2 mg P/l (mg P kg ⁻¹)	R ² value of Langmuir equation
Control	2500 a*	9.00 a	1603 a	0.99
CaSiO ₃ 2.5 %	4167 a	1.25 b	801 b	0.97
CaSiO ₃ 5.0 %	3333 a	0.75 b	435 c	0.96

* Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (Tukey's Test, P<0,05)

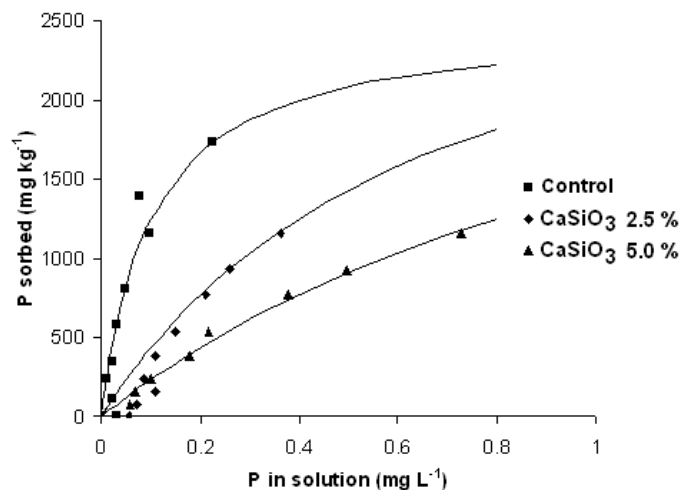


Figure 2. Langmuir Adsorption Isotherm for P Sorption by Soil Samples at 25 °C

Table 2 showed that the P sorption data were satisfactorily described by the Langmuir equation with regression coefficients ranging from 0.96 to 0.99. The results of P sorption experiment showed that application of calcium silicate did not affect statistically P sorption maximum although it tended to increase P sorption maxima (Table 2). The soil sample without addition of calcium silicate (control) had P sorption maximum 2500 mg kg⁻¹ while the soil sample with the application of 2.5% and 5.0% calcium silicate had P sorption maximum 4.167 and 3.333 mg P

kg⁻¹ respectively. On the other hand, the increasingly rates of calcium silicate was significantly to decrease P bonding energy (Table 2). The control had P bonding energy 9.00 l mg⁻¹ while the soil samples with the addition of 2.5% and 5.0% calcium silicate had P bonding energies 1.25 and 0.75 l mg⁻¹ respectively.

The results suggested that the addition of calcium silicate to the samples seemed to increase the P sorption sites which resulted in higher P sorption maxima. But in fact the bonding was very weak as shown by their P bonding energies which was about nine times weaker than the control. In the incubation period, sorption sites which were allophone and amorphous Al and Fe oxides were filled in by silicates through ligand exchange with hydroxyls in their molecule structure. Due to these occupation by silicates, therefore, added P was adsorbed on the surface of minerals where the bonding type was van der Waals which the forces were very weak. It was shown in Hartono *et al* 2006 that in the soils with low sorption sites the added P was in the labile NaHCO₃-P inorganic fraction which had low bonding energy. The other possibility was co-adsorption by calcium that was adsorbed by negative charges of soil colloids. The increasing rates of calcium silicate increased soil pH which enhanced the increase of cation exchange capacity or negative charges in this pH dependent charge soil (Hartono 2007). Calcium acted as a bridge for P sorption. It was possible that this electrostatic bonding was also very weak. Precipitation between calcium in the solution with H₂PO₄⁻ did not occur according to the curve in Figure 2. The slope continued to flat suggested that the reaction was only adsorption by soil's particles.

The quantity of P sorbed at the equilibrium P concentration of 0.2 mg P l⁻¹ was reported to be the amount that will satisfy the P requirement of many crops and is widely accepted as the standard P requirement of soils (Fox and Kamprath 1970 Juo and Fox 1977). The amount of standard P requirements or P sorbed at 0.2 mg P l⁻¹ decreased with the increasing rates of calcium silicate. The addition of 5% calcium silicate decreased the standard P requirements three times lower than control. In the range between 0 to 1.00 mg P l⁻¹, P sorbed in the samples treated by calcium silicate were much lower than that of control as shown in the Figure 2. It suggested that the higher P sorption maximum was not a problem as long as the bonding energy was low.

P sorption Kinetic

The P sorbed of samples in shaking period is presented in Figure 3. To describe the P sorption kinetic, the data was fitted to first order kinetic equation. The parameters of first order kinetic equation is presented in Table 3. The parameters *k* and *a* are the rate constant of P sorption and P sorbed maximum at given amount of added P respectively.

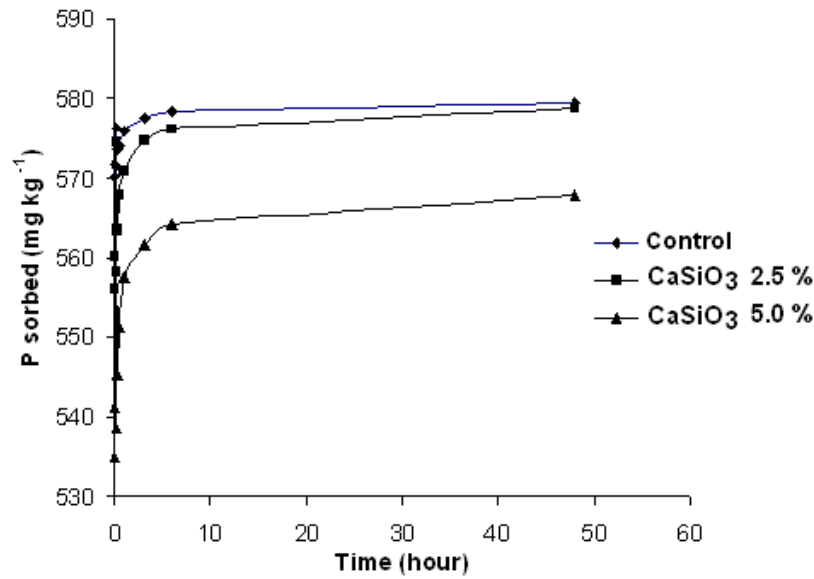


Table 4. The parameters of the equation of the first order kinetic

Treatment	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>R</i> ² value of the equation
	<i>h</i>	(mg P/kg)	
Control	5.47a	579a	0.99
CaSiO ₃ 2.5 %	4.84ab	576a	0.99
CaSiO ₃ 5 %	4.38b	564b	0.99

Means followed by the same letter within a column are not significantly different (Tukey's test, $P < 0.05$)

Figure 3 showed that P sorption was very fast. The added P in this P sorption kinetic experiment was 50 mg P l^{-1} or equivalent with 579 mg P kg^{-1} . In one minute, almost 99% of added P was sorbed by control soil. On soil samples treated with 2.5% and 5.0% calcium silicate, added P were sorbed lower about 96% and 92% respectively. In the last shaking period (48 h) almost all added P was sorbed in control soil while soil samples treated with 2.5% and 5.0% of calcium silicate, added P was sorbed about 99% and 98% respectively. The lower P sorbed values on the samples treated by calcium silicate constantly showed in each shaking period. The sample treated by 5% of calcium silicate showed the lowest values of P sorbed in each shaking period than those of the rest soil samples.

The k value of soil sample treated by 5% of calcium silicate was statistically significantly lower than that of control (Table 3). Although the k value of soil sample treated by 2.5% of calcium silicate was also lower than that of control but statistically was not different. As for a value, soil sample treated by 5% of calcium silicate was statistically significantly lower than that of the rest soils (Table 3).

From the P sorption kinetic experiment, it is suggested that the occupation of sorption sites by silicate during incubation caused the added P sorbed slower than control. The lower k values of soil samples treated by calcium silicate indicated that the added P would stay in the soil solution longer than control. The addition of calcium silicate to this soil not only lowered the bonding energy as shown in P sorption experiment but also delayed the added P to be sorbed by soil particles.

CONCLUSIONS

Application of calcium silicate did not statistically affect P sorption maxima of the soil samples but decreased significantly the P bonding energies and standard P requirement. It also lowered the rate constant of P sorption and P sorbed maximum at given amount of P added in the P sorption kinetic experiment.

The results suggested that the application of calcium silicate made the added P to this soil was more available for plant.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank the farmers in Lembang for their assistance in the collection of the soil samples. I also thank Laboratory of Soil Science Graduate School of Agriculture, Kyoto University for providing materials and instruments for analyses.

REFERENCES

- Beck, M. A., W. P. Robarge, and S.W. Buol. 1999. Phosphorus retention and release of anions and organic carbon by two Andisols. *Eur. J. Soil Sci.* 50: 157-164.
- Birell, K. S. 1961. Ion fixation by allophane. *New Zeal. J. Sci.* 4: 393-414.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Fassbender, H. W. 1968. Phosphate retention and its different chemical forms under laboratory conditions for 14 Costa Rica soils. *Agrochimica* 6: 512-521.

- Fox, R. L. and E. J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 902-907.
- Hartono, A. 2007. The effect of calcium silicate on selected chemical properties and transformation of inorganic and organic phosphorus in Andisol Lembang. *Gakuryoku XIII* (3): 1-9.
- Hartono, A., S. Funakawa, and T. Kosaki. 2006. Transformation of added phosphorus to acid upland soil with different soil properties in Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 52: 734-744.
- Jeffries, C. D. 1947. A rapid method for the removal of free iron oxides in soils prior to petrographic analyses. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 11: 211-212.
- Juo A.R.S. and R.L. Fox. 1977. Phosphate sorption characteristics of some benchmark soils of West Africa. *Soil Sci.* 124: 370-376.
- Kingo, T. and P. F. Pratt. 1971. Nitrate adsorption. II. In competition with chloride, sulfate, and phosphate. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35:725-728.
- Kuo, S. 1996: Phosphorus. In: D. L. Spark, A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatai, C. T. Johnston, and M. E. Sumner (eds.), *Methods of Soil Analyses Part 3 Chemical Methods*. ASA and SSSA, Madison, WI. pp. 869-919.
- McKeague, J. A. and J. H. Day. 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Can. J. Soil Sci.* 46: 13-22.
- Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27: 31-36.
- Soepratohardjo M., Subagjo, H. Suhardjo, Ismangun, Marsoedi D. S, A. Hidayat, Y. Dai, A. Adi, M. Supartini, Mursidi, dan J. Sri Adiningsih S. 1983. *Terms of Reference Survei Kapabilitas Tanah*. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- SPSS Inc. 1998. *SYSTAT 8.0 Statistics*. 1086 pp.
- Tan, K. H. 1965. The Andosols in Indonesia. *Soil Sci.* 99: 375-378.
- Tan, K. H., and J. Van Schuylenborg. 1961. On the classification and genesis of soils developed over acid volcanic material under humid tropical conditions: II. *Neth. J. Agr. Sci.* 9: 41-54.
- Van Ranst E., S. R. Utami, J. Vanderdeelen, and J. Shamshuddin. 2004. Surface reactivity of Andisols on volcanic ash along the Sunda arc crossing Java Island, Indonesia. *Geoderma* 123: 193-203.
- Wada, K. 1959. Reactions of phosphate with allophane and halloysite. *Soil Sci.* 87: 325-330.

PENGARUH KOMBINASI TITHONIA (*Tithonia diversifolia*) DENGAN PUPUK KANDANG KOTORAN AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL VARIETAS TOMAT

Warnita¹⁾, Zulfadly Syarif¹⁾, dan Novera Belinda²⁾

¹⁾Staf Pengajar Pogram Studi Agronomi Jurusan Budi daya Pertanian Pada
Fakultas Pertanian Unand Padang

²⁾Mahasiswa Pogram Studi Agronomi Jurusan Budi daya Pertanian Pada
Fakultas Pertanian Unand Padang

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang sangat potensial untuk dikembangkan karena mengandung nilai ekonomis yang tinggi. Produksi buah tomat pada tahun 2003 di Sumatera Barat adalah 14.481 t ha⁻¹. Pada tahun 2004 menjadi 16.341 t ha⁻¹. Pada tahun 2005 menurun menjadi 11.826 t ha⁻¹, kemudian pada tahun 2006 produksinya menjadi 22.348 t/ha. Pada tahun 2007 meningkat menjadi 25.578 t ha⁻¹ (Badan Pusat Statistik, 2008).

Meskipun produksi tomat tidak stabil dari tahun ke tahun, tetapi permintaan akan buah tomat dari waktu ke waktu semakin meningkat. Permintaan yang tinggi perlu diimbangi dengan peningkatan produksi. Pada beberapa tahun terakhir sering terjadi kelangkaan pupuk buatan dan pada musim tanam tidak tersedia serta harganya sangat mahal. Pemberian pupuk buatan secara terus menerus dan dengan takaran yang berlebihan akan merusak tanah. Alternatif yang dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan pupuk organik.

Pupuk organik yang dapat digunakan antara lain pupuk kandang kotoran ayam, pupuk kandang kotoran sapi, dan pupuk hijau. Tanaman cabai dan jahe yang diberi tithonia segar 24 t ha⁻¹ diperoleh hasil cabai segar 9,36 t ha⁻¹ dan jahe segar sebanyak 11 t ha⁻¹ sedangkan pada control (100% pupuk buatan) hanya sebanyak 8,29 t ha⁻¹ cabai dan 9,8 t ha⁻¹ jahe (Hakim dan Agustian, 2004). Widowati *et al.* (2004) *cit* Simanungkalit *et al.* (2006) pemberian pupuk kandang ayam menghasilkan produksi tertinggi pada tanaman sayuran selada pada tanah Andosol Cisarua dengan takaran optimum 25 t ha⁻¹.

Percobaan dilaksanakan dengan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan interaksi pertumbuhan dan hasil varietas tomat pada kombinasi tithonia dan pupuk kandang kotoran ayam.

BAHAN DAN METODE

Percobaan telah dilaksanakan di Jorong Batang Hari Kenagarian Alahan Panjang, Kec. Lembah Gumanti Kab. Solok dengan ketinggian 1.400 m dpl. Percobaan dimulai dari bulan Juli s/d November 2009.

Percobaan ini merupakan percobaan faktorial 5 x 2 yang disusun menurut rancangan acak lengkap. Setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan sehingga terdiri atas 30 satuan percobaan. Faktor pertama adalah kombinasi tithonia dengan pupuk kotoran ayam yang terdiri atas 5 taraf: 100% tithonia (20 t ha^{-1}) + 0% pupuk kandang kotoran ayam (0 t ha^{-1}), 75% tithonia (15 t ha^{-1}) + 25% pupuk kandang kotoran ayam (5 t ha^{-1}), 50% tithonia (10 t ha^{-1}) + 50% pupuk kandang kotoran ayam (10 t ha^{-1}), 25% tithonia (20 t ha^{-1}) + 75% pupuk kandang kotoran ayam (15 t ha^{-1}), 0% tithonia (0 t ha^{-1}) + 100% pupuk kandang kotoran ayam (20 t ha^{-1}). Faktor kedua adalah varietas tomat yang terdiri atas dua varietas tomat yaitu: Varietas Marta F1 dan Varietas Dhiria F1. Data diolah dengan uji F, bila berbeda nyata dilanjutkan dengan *duncan's new multiple range test* (DNMRT).

Pelaksanaan percobaan dimulai pengolahan tanah pada lahan percobaan. Kemudian dilakukan pengolahan tanah dengan kedalaman 25 cm. Selanjutnya dibuat plot dengan ukuran 4,2 m x 1,2 m sebanyak 30 plot. Masing-masing plot terdiri atas 21 tanaman. Pemberian perlakuan pupuk organik yang berasal dari tithonia dan kotoran ayam dengan cara tithonia dan pupuk kandang kotoran ayam dibenamkan secara bersamaan kedalam tanah dan diinkubasi selama dua minggu dengan takaran sesuai perlakuan. Bedengan ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dilobangi sesuai jarak tanam 60 cm x 40 cm. Penanaman bibit dilakukan setelah bibit mempunyai empat helai daun dan berumur tiga minggu. Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan, dan pemupukan 4 g NPK 15:15:15 yang diberikan pada saat tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari awal sampai akhir percobaan terlihat baik. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian kombinasi takaran tithonia dan pupuk kotoran ayam terhadap varietas tomat tidak ada efek interaksi terhadap tinggi tanaman, jumlah bunga, dan buah per tandan tanaman tomat. Tidak adanya efek terhadap tinggi tanaman sejalan dengan pendapat Hakim *et al* (1986) pupuk organik lambat tersedia bagi tanaman sehingga pengaruhnya terhadap tanaman akan lama terlihat.

Tabel 1. Tinggi tanaman, jumlah bunga, dan jumlah buah per tandan varietas tomat pada beberapa kombinasi tithonia dan pupuk kotoran ayam (PKA)

Kombinasi tithonia dengan pupuk kotoran ayam	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah bunga per tandan		Jumlah buah per tandan	
	Marta F1	Dhira F1	Marta F1	Dhira F1	Marta F1	Dhira F1
100 % Tithonia + 0 % PKA	105,89	110,44	6,78	8,75	4,03	3,69
75 % Tithonia +25 % PKA	103,22	119,00	7,63	9,61	4,12	3,72
50 % Tithonia + 50 % PKA	109,00	123,11	7,88	9,56	4,12	4,26
25 % Tithonia + 75 % PKA	115,44	119,56	8,02	8,68	4,48	4,15
0 % Tithonia + 100 % PKA	116,89	128,44	8,67	9,34	4,19	4,49
Rata-rata	110,09	122,44	7,92 A*	9,19 B	4,19	4,06
KK	9,77 %		17,53 %		11,26 %	

*Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Jumlah bunga per tandan varietas Dhira F1 lebih banyak dari pada varietas Marta F1, sementara jumlah buah per tandannya hampir sama. Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah bunga yang menjadi buah hanya sekitar 50%. Soepardi (1983) menyatakan bahwa faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan antara lain adalah ketersediaan unsur hara, kadar air tanah, udara dalam tanah, kelembapan udara, intensitas cahaya dan suhu.

Pemberian kombinasi takaran tithonia dan pupuk kotoran ayam terhadap varietas tomat tidak ada efek interaksi terhadap jumlah buah dan bobot buah per tanaman tomat (Tabel 2). Menurut Gardner *et al* (1985) untuk pertumbuhan buah diperlukan hara mineral dan ketersediaan air dalam tanah, terutama tanaman tomat sebagian besar mengandung air. Faktor genetik dan lingkungan berpengaruh terhadap jumlah buah dari masing-masing varietas.

Goldsworthy dan Fisher (1996) menyatakan produksi dari suatu tanaman dipengaruhi oleh fotoperiodisitas, suhu, dan genetik dari tanaman.

Tabel 2. Jumlah buah per tanaman dan bobot buah per tanaman varietas tomat pada beberapa kombinasi tithonia dan pupuk kotoran ayam (PKA)

Kombinasi tithonia dengan pupuk kotoran ayam	Jumlah buah		Bobot buah (g)	
	Marta F1	Dhira F1	Marta F1	Dhira F1
100 % Tithonia + 0 % PKA	21,22	18,78	1471,55	1437,39
75 % Tithonia +25 % PKA	21,44	19,56	1631,89	1463,89
50 % Tithonia + 50 % PKA	20,22	23,78	1855,56	1434,44
25 % Tithonia + 75 % PKA	24,44	21,56	1805,00	1487,22
0 % Tithonia + 100 % PKA	28,55	26,00	1782,78	1526,11
Rata-rata	23,17	21,93	1709,31 A*	1469,44 B
KK = 24,27 %		KK = 13,50 %		

*Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan ternyata varietas tomat Marta F1 menghasilkan produksi yang lebih baik di bandingkan varietas Dhira F1.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2008. Sumatera Barat dalam angka. Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. Padang. 222 hlm.
- Goldsworthy, P.R dan N.M. Fisher. 1996. Fisiologi tanaman budi daya tropik. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.Yogyakarta. 874 hlm.
- Hakim, N. dan Agustian. 2004. Budi Daya Gulma Tithonia dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Substitusi Pupuk Buatan untuk Tanaman Hortikultura di Lapangan. Laporan penelitian Hibah Bersaing XI/II. (tidak dipublikasikan)
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Negeri Lampung Press. Lampung. 448 hlm.
- Simanungkalit, R.D.M dkk. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan dan pengembangan Pertanian Bogor. 313 hlm.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan ciri tanah. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. 591 hlm.

SISTEM USAHA TANI LABU SIAM BERBASIS KONSERVASI LAHAN DAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

Retno Pangestuti dan Cahyati Setiani

Peneliti Badan Litbang Pertanian Pada BPTP Jawa Tengah

ABSTRAK

Budi daya sayuran di lahan kering dataran tinggi belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek konservasi lahan, sehingga menghadapi kendala degradasi lahan yang disebabkan erosi dan kehilangan unsur hara akibat pelindian. Kajian ini bertujuan mengetahui sejauh mana sistem usaha tani labu siam yang dilakukan petani berkontribusi mendukung konservasi lahan di lahan kering dataran tinggi dan potensinya sebagai usaha tani yang berkelanjutan. Kajian dilakukan di Desa Segorogunung Kab. Karanganyar sejak tahun 2007 hingga 2009. Pengkajian dilakukan dengan metode *on farm research* dan survey. Introduksi teknologi yang dilakukan adalah penggunaan tiang anjang-angjang dari beton menggantikan tiang bambu (teknologi *existing*). Demplot dilakukan pada lahan seluas 1.000 m². Survey dilakukan pada 20 petani yang mengusahakan labu siam. Data yang dikumpulkan utamanya berkaitan dengan *input output* usaha tani labu siam. Data dan informasi yang terkumpul dianalisis secara finansial dan deskriptif. Hasil pengamatan menunjukkan, sistem anjang-angjang yang digunakan membentuk tajuk tanaman menjadi tapisan sehingga mampu menahan laju air hujan dan mengurangi risiko erosi, pelindian tanah, dan unsur hara. Penggunaan pupuk organik mampu meningkatkan kesuburan dan sifat fisik lahan. Usaha tani yang dilakukan merupakan usaha tani yang menguntungkan dengan nilai *revenue cost ratio* sebesar 2.05 dan berpotensi menjadi usaha tani yang berkelanjutan. Penggunaan tiang beton sebagai pengganti tiang bambu berpotensi meningkatkan keuntungan jangka panjang bagi petani.

PENDAHULUAN

Kab. Karanganyar merupakan salah satu kab. di Jawa Tengah dengan topografi lahan didominasi lahan miring sekitar 53% lahan dengan kategori curam dan 32% sangat curam. Tingkat kemiringan lahan yang demikian menyebabkan risiko erosi dan kehilangan hara akibat pelindian menjadi sangat besar, terlebih pada musim penghujan. Daerah dataran tinggi yang ada, umumnya digunakan untuk budi daya tanaman sayuran. Beragam jenis tanaman sayuran yang diusahakan petani antara lain: wortel, buncis, kubis, bawang daun, sawi putih, sawi hijau, bawang merah, tomat, cabai, kentang, dan labu siam.

Tanaman labu siam atau jipang (*Sechium edule* (Jacq) Swartz) berasal dari Mexico, merupakan tumbuhan suku labu-labuan (*Cucurbitaceae*) yang dapat

dimakan buah dan pucuk mudanya (Lira 1996). Tumbuhan ini merambat di tanah atau agak memanjat dan pada umumnya dibudi dayakan di pekarangan dan tegalan. Buah menggantung dari tangkai. Daunnya berbentuk mirip segi tiga dan permukaannya berbulu. Kab. Karanganyar merupakan daerah sentra labu siam di Jawa Tengah dengan salah satu sentranya terletak di Desa Segorogunung, Kec. Ngargoyoso. Di Desa Segorogunung, labu siam merupakan komoditas sayuran utama kedua setelah wortel. Luas panen mencapai 30% dari total luasan penanaman labu siam di Kab. Karanganyar (Jawa Tengah dalam Angka 2008). Usaha tani labu siam ini dilakukan oleh hampir setiap rumah tangga tani dan merupakan sumber pendapatan harian masyarakat. Labu Siam banyak diusahakan karena teknik budi dayanya mudah dilakukan, mudah dipasarkan, risiko usaha kecil, dan dianggap menguntungkan oleh petani.

Di Mexico, labu siam merupakan tanaman sayuran yang cukup penting dengan produksi 100,620.25 t tahun⁻¹, demikian juga di negara-negara Amerika Latin, labu siam merupakan sayuran ekspor bernilai ekonomi tinggi dan populer sebagai *dietary food* (Lira 1996). Di Brazil labu siam termasuk dalam lima jenis sayuran yang paling komersial. Pasar yang terbuka baik lokal, nasional maupun internasional mengindikasikan pengembangan labu siam dapat menjadi prospek yang menjanjikan bagi petani di Desa Segorogunung.

Petani sayuran di lahan kering dataran tinggi umumnya kurang menerapkan teknik konservasi lahan untuk mengendalikan erosi. Konservasi lahan diartikan sebagai penempatan sebidang tanah dengan cara penggunaan yang sesuai kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah (Arsyad 2000). Pada lahan kering dataran tinggi yang berlereng seperti di Desa Segorogunung, tindakan konservasi menjadi penting dilakukan terutama untuk mencegah kerusakan tanah oleh erosi, memperbaiki tanah yang rusak dan memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar dapat digunakan secara lestari. Pengusahaan secara terus menerus tanpa memperhatikan kaidah konservasi akan berdampak pada berkurangnya kesuburan tanah, penurunan produksi dan keuntungan usaha tani. Kajian ini bertujuan mengetahui sejauh mana sistem usaha tani labu siam yang dilakukan petani berkontribusi mendukung konservasi lahan di lahan kering dataran tinggi dan potensinya sebagai usaha tani yang berkelanjutan.

METODOLOGI

Kajian dilakukan di Desa Segorogunung, Kec. Ngargoyoso, Kab. Karanganyar sejak tahun 2007 hingga 2009. Desa Segorogunung memiliki agroekosistem lahan kering dataran tinggi dengan ketinggian tempat ± 1.100 m di atas permukaan laut (dpl), suhu udara rata-rata 18- 22 °C dan curah hujan ± 2.500

mm/tahun. Letak geografis yang berada di dataran tinggi dengan tipologi iklim basah serta ketersediaan sumber daya air yang cukup, memungkinkan daerah tersebut sebagai sentra produksi sayur-sayuran. Pengkajian dilakukan dengan metode *on farm research* dan survey. Introduksi teknologi yang dilakukan adalah penggunaan tiang anjang-anjang dari beton menggantikan tiang bambu (teknologi *existing*). Demplot dilakukan pada lahan seluas 1.000 m². Survey dilakukan pada 20 petani yang mengusahakan labu siam. Data yang dikumpulkan utamanya berkaitan dengan *input output* usaha tani labu siam. Data dan informasi yang terkumpul dianalisis secara finansial dan deskriptif. Analisis data meliputi analisis kelayakan usaha. Alat analisis yang digunakan dalam menghitung kelayakan usaha meliputi: *revenue cost ratio* (R/C) dan titik impas harga (Nitisemito dan Burhan, 1995). Secara matematis, perhitungan kelayakan usaha dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Revenue cost ratio (R/C)

$$R/C = \frac{TR}{TC}$$

Keterangan:

TR = *total revenue* (penerimaan total)

TC = *total cost* (biaya total)

Analisis titik impas/break event point (BEP)

$$BEP \text{ (Rp)} = \frac{TFC}{1 - (VC/TR)}$$

Keterangan:

BEP (Rp) = titik impas harga

TFC = total biaya tetap

VC = biaya variabel

P = harga jual per unit

Apabila Nilai R/C > 1 menunjukkan bahwa usaha tani tersebut produktif secara finansial, karena jumlah penerimaan yang diperoleh lebih besar dari jumlah biaya yang dikeluarkan. Sebaliknya apabila nilai R/C < 1 menunjukkan bahwa usaha tani tersebut tidak/belum produktif secara finansial, karena jumlah penerimaan yang diperoleh lebih besar dari jumlah biaya yang dikeluarkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi umum penanaman sayuran di Desa Segorogunung

Rata-rata luas penguasaan lahan pertanian penduduk Desa Segoro gunung adalah 1.000 m², dengan luas minimal 500 m² dan maksimal 5.000 m².

Lahan pertanian tersebut pada umumnya berupa tegalan yang diusahakan untuk kegiatan usaha tani sayuran sepanjang tahun dengan indeks pertanaman (IP) minimal 300. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa pola pemanfaatan lahan tegalan di Desa Segorogunung sudah dilakukan secara intensif. Selain itu petani juga sudah melakukan diversifikasi tanaman dalam kegiatan usaha taninya. Dengan demikian, petani sudah memaksimalkan kemampuan lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan rumahtangganya.

Pola tanam sayuran yang berkembang di Desa Segorogunung umumnya pola tanam tumpangsari dengan komponen jenis tanaman antar petani cukup bervariasi dan hanya sebagian kecil petani yang menanam tanaman sayuran secara monokultur (Tabel 1).

Tabel 1. Pola tanam tanaman sayuran di lahan tegalan dan pekarangan, Desa Segorogunung, Kab. Karanganyar

Pola tanam	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tegalan												
1. Wortel + buncis 2. Wortel + kubis 3. Wortel + sawi putih/tomat 4. Monokultur wortel												
1. Wortel + sawi hijau 2. Wortel + kubis 3. Monokultur wortel												
1. Wortel + sawi hijau+loncang 2. Wortel + kubis 3. Wortel + buncis 4. Monokultur wortel												
Pekarangan												
	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Kegiatan pada lahan usaha tani												
1. Suami	xxx	x	x	xxx	xxx	x	x	xxx	xxx	x	x	xxx
2. Istri	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
3. Anak-anak	x			x	x			x	x			x

Keterangan: x=tidak dominan, xx=kurang dominan, xxx=dominan

Komoditas wortel hampir selalu ada dalam setiap pola tanam yang berkembang, sehingga sepanjang tahun wortel selalu diusahakan petani. Komoditas sayuran dominan yang ditanam di lahan tegalan sebagai komponen penyusun dalam pertanaman tumpangsari adalah wortel, kubis, buncis, sawi putih, loncang, tomat, dan sawi hijau dengan komponen susunan yang bervariasi. Sedangkan komoditas tanaman sayuran yang ditanam di lahan

pekarangan adalah labu siam, meskipun pada tiga tahun terakhir mulai berkembang pula pada tegalan.

Pengerjaan lahan pertanian dilakukan oleh seluruh anggota keluarga baik suami, istri, maupun anak dengan dominasi curahan tenaga kerja pada suami saat pengolahan lahan, sedangkan pemeliharaan tanaman serta panen dominasi pada istri. Kondisi ini menggambarkan, bahwa usaha sayuran yang dilakukan petani cenderung bersifat subsisten, dengan memaksimalkan sumber daya yang ada, baik sumber daya lahan, modal, maupun sumber daya manusia. Untuk meningkatkan produktivitas sayuran, pengelolaan usaha sayuran harus berorientasi bisnis.

Budi daya sayuran pada lahan tegalan, dilakukan pada sebagian besar lahan kering berlereng yang mendominasi kawasan. Lahan kering didefinisikan sebagai lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu (Dariah *et al* 2004). Pada lahan kering seperti ini, degradasi lahan yang disebabkan erosi air hujan sering terjadi dan petani umumnya belum melakukan tindakan konservasi yang memadai.

B. Keragaan Usaha tani Labu Siam

Usaha tani labu siam sebagian besar dilakukan di lahan pekarangan oleh hampir sebagian besar penduduk Desa Segorogunung, namun *trend* permintaan dan kemudahan pemasaran serta risiko usaha tani yang relatif ringan menyebabkan selama tahun 2007 hingga 2009 terjadi ekspansi pengusahaan komoditas tersebut di lahan tegalan yang didominasi lahan miring. Pada lahan miring dengan curah hujan tinggi seperti Desa Segorogunung, risiko terjadinya erosi cukup besar dan umumnya diikuti dengan menurunnya kesuburan tanah (Erfandi *et al* 2002).

Petani mengusahakan labu siam secara terus menerus sepanjang tahun. Usaha tani labu siam dianggap menguntungkan dan merupakan sumber pendapatan harian bagi petani. Penanaman menggunakan anjang-anjang/para-para, sehingga lahan di bawah anjang-anjang masih dapat digunakan untuk budi daya sayuran lainnya seperti bawang daun, tomat, sawi hijau, dan lainnya. Benih berasal dari varietas lokal yang dibuat sendiri, penggunaan pupuk organik berupa pupuk kandang cukup tinggi dan umumnya diperoleh dari pemanfaatan kotoran ternak yang dipelihara petani. Hama dan penyakit utama yang dijumpai pada labu siam adalah ulat grayak (*Spodoptera litura*), kepik (*Leptoglossus australis*) lalat buah, dan layu fusarium. Identifikasi dan teknis pengendalian penyebab hama dan penyakit hingga saat ini, belum sepenuhnya dikuasai oleh petani. Pengendalian hama dan penyakit jarang/tidak dilakukan oleh petani, padahal pada musim penghujan, serangan hama dan penyakit ini berpotensi

menimbulkan kerugian yang cukup tinggi. Keragaan usaha tani labu siam dari 20 tanggapden di Desa Segorogunung ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keragaan usaha tani labu siam di Desa Segorogunung, Kab. Karanganyar

Keragaan Usaha tani	Labu Siam
Olah tanah	Lubang tanam
- Lebar bedengan	-
- Panjang bedengan	-
Jarak Tanam	2,5 x 4 meter
Cara tanam	Tugal, lanjaran sistem anjang-anjang
Benih	
- Varietas	Lokal
*Benih sendiri	Buat sendiri
*Beli	
Pemupukan	
- Pupuk Kandang	5 t/ha
- Urea	250 kg ha /2 bulan
- NPK	50 kg ha /2 bulan
- ZA	-
- SP	-
- KCL	-
- Penyiangan dan pembumbunan	1 bulan sekali
- Pengairan	1 bulan sekali
- Pemangkasan	1 bulan sekali
- Pengendalian hama	Jarang dilakukan/dibiarkan
Produktivitas	
- Tertinggi	1 t ha /10 hari
- Terendah	10 kg ha /10 hari

Sumber: data primer

C. Usaha tani Labu Siam Mendukung Usaha Konservasi Lahan

1. Penggunaan anjang-anjang sebagai lanjaran

Petani labu siam di Desa Segorogunung umumnya menggunakan sistem lanjaran dengan anjang-anjang/para-para dari bahan bambu. Vegetasi labu siam pada anjang-anjang ini membentuk tapisan sehingga curah hujan tidak langsung jatuh ke tanah (Gambar 1). Penanaman yang berlangsung sepanjang tahun menyebabkan lahan di bawahnya relatif terjaga dari energi pukulan air hujan dan menghambat aliran permukaan. Hal ini berdampak positif pada berkurangnya erosi dan pengikisan tanah dan unsur hara oleh hujan. Erosi tanah oleh limpasan air atau angin dan pelarutan hara melalui limpasan atau pelindian meskipun dikategorikan Raman (2006) sebagai degradasi tanah yang terjadi secara alami, namun merupakan penyebab utama kehilangan hara pada tanah pertanian

dalam jumlah besar (Sutanto 2002). Sistem penanaman labu siam dengan anjang-anjang ini, dapat digolongkan sebagai teknik vegetatif dalam pengendalian erosi (Abdurahman dan Sutono 2002). Menurut Santoso *et al* (2004), penutupan tanah secara rapat dan cepat oleh tajuk tanaman adalah salah satu teknik konservasi yang sangat efektif, khususnya dari erosi percikan air hujan. Penelitian yang dilakukan Suprayogo *et al* (1997) menggunakan tanaman kacang-kacangan (*Dolios lab lab*) untuk menutup tanah efektif menekan erosi hingga 40%.



Gambar 1. Penanaman labu siam sistem lanjaran dengan anjang-anjang

Penggunaan anjang-anjang ini selain mendukung upaya konservasi lahan, juga memiliki banyak manfaat dari segi fisiologi dan budi daya tanaman. Labu siam yang ditanam dengan anjang-anjang memiliki distribusi daun yang lebih merata sehingga mengurangi jumlah daun yang saling menaungi (*mutual shading*). Daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis sehingga berkurangnya kejadian saling menaungi antar daun dapat meningkatkan jumlah fotosintesis total yang terjadi pada tanaman, meningkatkan jumlah asimilat yang dapat dibentuk dan selanjutnya berdampak pada meningkatnya pertumbuhan dan produksi tanaman (Gardner *et al* 1991). Penggunaan anjang-anjang juga dapat mengurangi risiko rusaknya daun akibat busuk, robek, dan luka akibat kontak langsung dengan tanah dan air hujan yang tergenang. Terhindarnya daun/tanaman dari kondisi lembap tanah juga dapat mengurangi risiko serangan hama penyakit, terutama yang menular melalui tanah. Buah yang dihasilkan juga menjadi lebih bersih dan mempermudah pemanenan sehingga secara umum, penggunaan anjang-anjang dapat meningkatkan mutu dan produksi tanaman.

2. Penggunaan pupuk organik sebagai input hara utama

Teknik lain yang dilakukan petani setempat dan bermanfaat untuk konservasi lahan adalah meningkatkan penggunaan pupuk organik dari pupuk kandang dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Keragaan usaha tani labu siam pada Tabel 2 menunjukkan, petani menggunakan pupuk organik sebesar 5 t ha^{-1} . Pupuk organik (pupuk kandang) merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibanding dengan bahan pembenah lainnya (Sutanto, 2002). Pemberian pupuk juga dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan, karena menurut Santoso *et al* (2004), tanaman yang dipupuk dapat tumbuh dan tajuknya menutupi permukaan tanah jauh lebih cepat daripada tanaman yang tidak dipupuk sehingga mengurangi kontak langsung air hujan dengan tanah, hal ini sejalan pula dengan hasil penelitian yang disampaikan Hafif *et al* (1992), bahwa pengolahan bahan organik dan pemupukan takaran tinggi selain meningkatkan hasil tanaman juga dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan.

Keuntungan lain digunakannya pupuk organik ini adalah memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta karena umumnya berasal dari kotoran ternak yang diusahakan sendiri dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan keuntungan usaha tani. Secara umum, penggunaan pupuk kandang dalam jumlah besar oleh seluruh petani menjadi peluang usaha bagi kelompok tani berupa produksi pupuk kandang yang bernilai ekonomi. Usaha pupuk organik oleh Gapoktan Citra Lawu (Gambar 2) telah menghasilkan pupuk organik 30 t tahun^{-1} dengan harga Rp 300,- kg^{-1} pupuk kasar (belum diayak) dan Rp 500,- kg^{-1} untuk pupuk halus yang telah diayak.



Gambar 2. Usaha produktif pembuatan pupuk organik untuk mendukung konservasi lahan di Desa Segorogunung

D. Usaha tani Labu Siam sebagai Usaha Tani yang Berkelanjutan

Usaha tani labu siam yang dilakukan berpotensi menjadi usaha tani yang menguntungkan dan berkelanjutan. Telah disampaikan penanaman labu siam berkembang dari pekarangan hingga ke lahan tegalan. Peningkatan luas areal

dan petani yang mengusahakan labu siam selama 3 tahun terakhir disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Dampak pengembangan usaha tani labu siam di Desa Segorogunung, Kabupaten Karanganyar, 2007–2009

Sebaran						Nilai Ekonomi (Rp)
Areal (ha)			Jumlah Petani			
Th 2006	Th 2007	Th 2008	Th 2007	Th 2008	Th 2009	
17	20	24	85	115	145	39.330.000

Pengembangan areal tanam 40% dan peningkatan jumlah petani sebesar 70% menandakan minat petani yang sangat besar untuk mengembangkan labu siam. Secara finansial usaha tani labu siam memberikan keuntungan yang cukup tinggi yaitu sebesar Rp. 3.875.000,- 1000 m² tahun⁻¹ dan nilai *Revenue Cost Ratio* (R/C) sebesar 2,05 dengan asumsi harga produk Rp.400,- kg⁻¹ dan produktivitas rata-rata mencapai 18,9 t 1000 m² tahun. Nilai BEP pada kondisi tersebut adalah sebesar Rp. 195,- kg⁻¹. Nilai R/C > 1 menunjukkan bahwa usaha tani tersebut produktif secara finansial, karena jumlah penerimaan yang diperoleh lebih besar dari jumlah biaya yang dikeluarkan. Selain itu, labu siam dapat menjadi sumber pendapatan harian petani karena pembentukan buah dapat terjadi secara terus menerus tanpa mengenal musim.

Keuntungan finansial ini dapat ditingkatkan dengan mengganti tiang beton sebagai penyangga tiang bambu. Tiang bambu umumnya diganti setiap 3 tahun dengan biaya Rp 4.800.000,- sedang tiang beton dengan biaya Rp 10.500.000,- diperkirakan dapat bertahan minimal 15 tahun. Berdasarkan asumsi umur pemakaian tersebut pemakaian tiang beton dapat meningkatkan keuntungan jangka panjang kurang lebih Rp 932.000,- tahun⁻¹ 1000 m² dari bahan dan efisiensi tenaga kerja pemasangan (Tabel 4).

Pemasaran labu siam tidak mengalami kendala yang berarti dalam pengertian berapa pun produk yang dihasilkan selalu dapat diserap pasar. Naik turunnya harga memang masih terjadi namun harga masih berada diatas harga BEP yaitu Rp. 195,- kg⁻¹ sehingga pada saat harga jatuh akibat panen raya, petani masih tetap mendapatkan keuntungan meskipun marginnya lebih kecil. Kisaran harga yang umum didapat petani adalah Rp 250,- hingga Rp 750,- kg⁻¹.

Tabel 4. Asumsi keuntungan jangka panjang penggunaan tiang beton

Uraian	Tiang Bambu		Tiang Beton	
	Biaya awal	Biaya 15 thn	Biaya awal	Biaya 15 thn
Tiang bambu 120 btg @ Rp 40.000	Rp. 480.000	Rp. 24.000.000	-	-
Tiang beton 30 btg @ Rp 350.000	-	-	Rp. 10.500.000	Rp. 10.500.000
Anjang-anjang bambu 50 btg @ Rp 5000	Rp. 250.000	Rp. 1.250.000	Rp. 250.000	Rp. 1.250.000
Tenaga pemasangan	Rp 75.000	Rp 375.000	Rp 45.000	Rp 45.000
Tenaga bongkar	Rp 30.000	Rp 150.000	-	-
Biaya Total		Rp. 25.775.000		Rp.11.795.000
Selisih biaya				Rp. 13.980.000
Keuntungan per tahun				Rp 932.000

Keterangan: Tiang bambu diganti setian 3 tahun sekali, tiang beton 15 tahun



Gambar 3. Pembuatan anjang anjang permanen untuk pertanaman labu siam di Desa Segorogunung, Kab. Karanganyar

Keuntungan finansial yang cukup tinggi, minimnya risiko usaha, pasar yang masih sangat terbuka, tersedianya input usaha tani (pupuk, benih) dan dapat dilakukannya usaha mempertahankan/meningkatkan sumber daya lahan menjadi indikasi usaha tani labu siam ini berpotensi menjadi usaha tani yang berkelanjutan pada lahan kering dataran tinggi seperti di Desa Segorogunung Kab. Karanganyar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Usaha tani labu siam yang dilakukan petani di Desa Segorogunung Kab. Karanganyar memiliki kontribusi positif dalam mendukung upaya konservasi lahan pada lahan kering dataran tinggi. Sistem anjang-anjang yang digunakan mampu menahan laju air hujan sehingga mengurangi erosi dan pelindian tanah dan unsur hara, penggunaan pupuk organik mampu meningkatkan kesuburan dan sifat fisik lahan. Usaha tani yang dilakukan merupakan usaha tani yang menguntungkan dengan nilai *revenue cost ratio* sebesar 2.05, risiko usahanya rendah, *input* usaha tani tersedia, tidak mengalami kendala pemasaran dan

sumber daya lahan dapat dipertahankan mengindikasikan pengusahaan labu siam berpotensi menjadi usaha tani yang berkelanjutan. Penggunaan tiang beton sebagai pengganti tiang bambu berpotensi meningkatkan keuntungan jangka panjang bagi petani. Penelitian lebih lanjut mengenai sejauh mana tingkat erosi dapat ditekan dengan penggunaan ajang-angaj masih perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman dan Sutono. 2002. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng. Hlm. 103-146 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Arsyad, S. 2000. Pengawetan Tanah dan Air. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- BPS Jawa Tengah. 2008. Jawa Tengah Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah.
- Dariah A., Achmat Rachman dan Undang Kurnia. 2004. Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia. Hlm. 1-8. *dalam* Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Erfandi, D., Undang Kurnia, dan O Sopandi. 2002. Pengendalian erosi dan perubahan sifat fisik tanah pada lahan sayuran berlereng. Hlm. 277-286 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Pupuk. Buku II. Cisarua, Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budi daya, alih bahasa oleh Susilo, H.). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 428 p.
- Hafif, B., D. Santoso, Mulud Suhardjo, dan I.G.P. Wigena. 1992. Beberapa cara pengelolaan tanah untuk pengendalian erosi. *Pembrit. Penel. Tanah dan Pupuk* 10 : 54-60.
- Lira, S. R. 1996. Chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. 8. Institute of plants Genetics and Crops Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p. 43. In web page: <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/>.
- Nitisemito, A.S. dan U. Burhan. 1995. Wawasan Studi Kelayakan dan Evaluasi Proyek. Bumi Aksara, Jakarta.
- Raman, S. 2006. Agricultural Sustainability: *Principles, Processes, and Prospects*. Food Products Press. New York. 474 p.

- Santoso, D., Joko Purnomo, I.G.P Wigena, dan Enggis T. 2004. Teknologi konservasi tanah vegetatif. *dalam* Undang Kurnia, Achmat Rachman dan Ai Dariah (eds.). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. hlm. 77-108.
- Suprayogo, D., S. Priyono, dan Syekhfani. 1997. Pengaruh strip rumput setaria dan pengelolaan tanah serta sisa tanaman terhadap aliran permukaan, erosi, dan produksi kacang tanah. Hlm. 201-210 *dalam* Prosiding Kongres Nasional HITI IV. Buku I. Jakarta.
- Sutanto, R., 2002. Pertanian Organik, Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. Yogyakarta. 218 hlm.

MEKANISME PUPUK FOSFOR DI TANAH ANDISOLS DATARAN TINGGI TERHADAP KANDUNGAN BIOAKTIF TITERPENOID DAN ASIATICOSIDA TANAMAN BIOFARMAKA

Sutardi, Munif Ghulamahdi, Sandra Arifin Azis, dan Budi Martono

Peneliti Pada Badan Litbang Pertanian
Peneliti Pada Fakultas Pertanian IPB

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari tanggap pertumbuhan, produksi dan komponen bioaktif secara kualitatif dan kuantitatif dari tanaman pegagan (*Centella asiatica* L Urban) pada tingkatan takaran pemupukan fosfor yang berbeda. Penelitian di lapangan dilakukan pada Bulan Juli sampai Desember 2007 di Kebun Percobaan Balitro yang terletak Dusun Gunung Putri, Desa Pacet, Kec. Cipanas, Kab. Cianjur. Percobaan ini dibagi menjadi dua seri yang saling berurutan. Percobaan pertama adalah faktor tunggal dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (*rondomize complete block design*). Takaran pupuk P terdiri atas empat tahap yang meliputi tanpa pupuk P 0, 100, 200, dan 300 kg SP-36 ha⁻¹. Percobaan di ulang enam kali. Percobaan dilanjutkan untuk mengetahui waktu panen dan pupuk SP-36 menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*). Petak utama yaitu waktu panen yang berbeda yang terdiri atas dua waktu panen yaitu pada umur 2 bulan (8 MST) dan 4 bulan (16 MST) minggu setelah tanam, sedangkan anak petak yaitu takaran pupuk P yang meliputi tanpa pupuk P 0, 100, 200, dan 300 kg SP-36/ha. Percobaan di ulang tiga kali. Komponen produksi terdiri atas bobot biomas basah, kering, dan total produksi asiaticosida. Komponen fisiologi terdiri jumlah klorofil daun muda dan daun tua serta bobot akar induk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan P tidak berpengaruh nyata terhadap semua komponen pertumbuhan, tetapi berpengaruh nyata terhadap komponen fisiologi tanaman. Kandungan klorofil daun muda dan tua terbaik pada pemupukan P dengan takaran 100 kg SP-36 ha⁻¹. Perlakuan umur waktu panen dan pupuk P berpengaruh nyata terhadap produksi bobot biomas basah dan kering secara nyata terjadi interaksi nyata. Interaksi antara waktu panen dan takaran pupuk P berpengaruh nyata terhadap bobot biomas basah dan bobot kering ubinan serta diikuti produksi bioaktifnya. Teterpenoid dan asiaticosida waktu panen 4 bulan takaran pupuk SP-36 300 kg ha⁻¹ memiliki kandungan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

PENDAHULUAN

Penggunaan tanaman sebagai obat tradisonal telah lama dilakukan, sejak adanya manusia di bumi. Ramuan tradisonal merupakan budi daya tradisi

pengobatan dengan tumbuhan yang bermanfaat untuk kesehatan yang telah diturunkan secara turun temurun dari nenek moyang suatu suku bangsa. Tanaman obat asli Indonesia perlu dilestarikan sebagai aset bangsa, hal ini sejalan dengan perkembangan industri obat herba (*herbal medicine*) dan makanan kesehatan (*health food*) di dunia termasuk di Indonesia. Di Indonesia di kenal dengan paradekma dan fenomena “*back to nature*” saat ini berkembang sangat pesat.

Tanaman pegagan (*Centella asiatica L Urban*) merupakan tanaman liar yang banyak tumbuh di perkebunan, ladang, tepi jalan dan kebun, yang lazim pegagan di kelompokkan rerumputan. Oleh karenanya, pegagan mudah dijumpai dan mudah tumbuh di berbagai tempat di Indonesia. Jawa Barat, tanaman pegagan daunnya juga dikenal sebagai lalapan yang dikonsumsi dalam bentuk segar maupun direbus bahkan ada juga yang mencampurkannya dalam asinan. Daun segar sebagai lalapan mempunyai khasiat yaitu untuk membersihkan darah dan memperbaiki gangguan pencernaan. Pegagan bermanfaat sebagai obat penyembuh luka, radang, rematik, asma, wasir, tuberculosis, lepra, disentri, demam, dan penambah darah. Manfaat lain dari pegagan antara lain sebagai obat penenang, obat penghilang sakit, *antidepressive*, antimicrobial, antiviral. Selain itu tanaman pegagan juga dimanfaatkan sebagai tanaman konservasi tanah untuk penutup tanah dan pencegah erosi cukup baik.

Persyaratan tumbuh tanaman pegagan menyukai tanah yang agak lembap, cukup sinar atau agak terlindung serta dapat ditemukan di daerah dataran rendah sampai dengan dataran dengan ketinggian 2.500 m dpl. Tanaman pegagan ini dapat tumbuh dengan baik di tempat dengan naungan yang cukup. Pada kondisi tersebut, tanaman akan tumbuh dengan kehelaian daun lebih lebar dan tipis dibandingkan tanaman yang tumbuh di tempat terbuka. Apabila pegagan tumbuh pada tempat yang terlalu kurang dapat cahaya helaian daun akan menipis dan warnanya memucat. Tanaman tumbuh baik dengan intensitas cahaya 30-40% sehingga dapat dikembangkan sebagai tanaman sela musiman maupun tahunan dan dapat tumbuh di dataran tinggi. Penanaman pegagan di dataran tinggi dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitasnya.

Kemampuan tumbuh dan berkembang serta hasil kandungan bioaktif sangat tergantung pada interaksi antara genotif tanaman dengan lingkungan. Balitro telah memiliki 21 nomor aksesori pegagan yang berasal dari berbagai daerah dengan kondisi agroekologi berbeda (240 m–1.200 m dpl) di seluruh Indonesia. Sehingga kedepan akan dihasilkan genotif pegagan yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan sesuai, dengan teknik budi daya untuk mendukung potensi genetik yang optimal. Secara alami, sebenarnya tanaman ini sudah memiliki kemampuan beradaptasi cukup luas, dapat tumbuh mulai dataran

rendah sampai dataran tinggi. Kandungan senyawa kimia terutama kandungan triterpenoid yang terbanyak terdapat pada pegagan yang tumbuh pada naungan 25% (Musyarofah 2006).

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro) yang berperan penting pada berbagai proses kehidupan, seperti fotosintesis, metabolisme karbohidrat, dan proses alih dalam tanaman. Jumlah fosfor dalam tanaman lebih kecil (0,2-0,5% berat kering) dibandingkan dengan nitrogen (4-5% berat kering) dan kalium (1,25-2,5% berat kering), namun fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan (*key of life*). Dalam metabolisme, sel ester fosfat mempunyai fungsi langsung berhubungan dengan energi sel: AMP (adenosin monofosfat), adenosin difosfat (ADP) dan adenosin trifosfat (ATP). Selain itu, fosfor juga berperan sebagai penyusun metabolit dan senyawa kompleks, sebagai aktivator, dan kofaktor atau penyusun enzim (Soepardi 1983). Kekurangan unsur P umumnya menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi gelap. Hara fosfor berfungsi penting dalam metabolisme energi, karena keberadaannya dalam ATP, ADP, AMP, dan pirofosfat (Salisbury dan Ross 1995). Fosfor juga berfungsi sebagai komponen struktural dari sejumlah senyawa penting untuk molekul pentransfer energi ADP dan ATP. Senyawa fosfat kaya energi dari metabolisme penting untuk memperantarai fosforilasi transfer energi dalam proses pertumbuhan organ tanaman.

Tanah Andisols mempunyai sifat andik, retensi P yang tinggi (81%), yang menyebabkan sebagian besar P diikat oleh mineral liat amorf dan diikat oleh Al^{+3} (Swastika *et al.*, 2005), sehingga P kurang tersedia. Menurut Sabiham (1996) tanah-tanah Andisols mempunyai sifat negatif seperti fiksasi dan retensi P akan jauh lebih tinggi dari pada P yang diambil oleh tanaman. Akhir-akhir ini daya serap P yang rendah merupakan kendala pemanfaatan tanah Andisols berkaitan dengan usaha pemupukan P. Keadaan ini menyebabkan usaha pemupukan bentuk P menjadi tidak maksimal. Unsur hara P di tanah Andisols, terdapat dalam ikatan dengan Fe dan Al membentuk ferofosfat atau aluminium fosfat, sehingga fosfor sering menjadi faktor pembatas dalam tanah.

Permasalahan utama pada tanah Andisols adalah rendahnya ketersediaan P, karena kandungan mineral liat aluminosilikat amorf, oksida Fe, dan Al, serta kompleks Al humus yang tinggi menyerap P dengan kuat (Wada dan Gunjike 1979 Siefferman 1992 Inoe 1998 *dalam* Supriadi 2002). Sedangkan P merupakan salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah relatif banyak, karena unsur ini langsung bertanggung jawab baik dalam proses metabolisme maupun aktivator berbagai enzim (Soepardi 1983).

Lintasan biosintesis metabolit di dalam tanaman (Vickery dan Vickery 1981) dibentuk melalui lintasan (*pathway*) yang khusus dari metabolit primer dan

proses berikutnya. Metabolit sekunder adalah dibentuk dari hasil metabolit primer antara lain asam amino, asetil koenzim A, asam mevalonat, dan intermediate dari jalur shikimate (Herbert 1995). Berdasarkan karangka struktur kimianya, metabolit sekunder dikelompokkan menjadi 6 golongan, yaitu: alkaloid, glikosid, flavonoid, steroid, terpenoid, dan antibiotik (Soemarno 1990). Metabolit sekunder dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu: terpenoid, alkaloid, shikimic, dan poliketida, berdasarkan pentingnya material pembentukannya (Sell 2005). Asiatikosida merupakan glikosida triterpen, derivat alfa amarin dengan molekul gula, terdiri atas 2 glukosa dan 1 rhamnosa (Talalaj dan Czeehowics 1989).

Faktor yang berperan dalam pertumbuhan dan mempengaruhi kandungan bahan aktif tanaman pegagan, antara lain: tinggi tempat, jenis tanah, dan iklim. Dari kondisi tersebut maka perlu ditambahkan masukan yang dapat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman antara lain dengan pemberian pupuk fosfor (P) dan penambahan pupuk organik diharapkan dapat menyumbang unsur hara untuk mempertahankan kesuburan tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil penelitian ini diharapkan akan menjadi acuan produksi bioaktif yang tinggi khususnya terpenoid dan asiaticosida.

BAHAN DAN METODE.

Penelitian ini dilakukan pada Juli sampai Desember 2007 di Kebun Percobaan Gunung Putri Cipanas, Kec. Pacet, Kab. Cianjur, Jawa Barat kebun milik Balitro Bogor, dengan jenis tanah Andisols, ketinggian tempat 1.300 m dpl. Analisis tanah dan bioaktif dilaksanakan di Laboratorium Balitro Bogor.

Bahan-bahan yang digunakan terdiri atas bahan tanam 1 aksesori pegagan yang berasal dari Boyolali, pupuk anorganik dan pupuk organik, bambu atau kayu dan rumah paranet 25% dan pendukung lainnya. Bahan kimia yang digunakan adalah standar asiaticosida, aquabidest, aseton (CH_3CN) p.a, larutan asam asetat (CH_3COOH) p.a 0,6% serta aquabidest dan asetonitril (*Gradient Grade for Liquid Chromatography*), kertas saring Whatman nomor 42, kertas saring Whatman ukuran 2 μm diameter 13 mm (*membrane filter*) millipore dan H_2SO_4 . Analisis tanah dan jaringan tanaman untuk mengetahui sifat kimia dan fisika tanah dan kandungan P dalam jaringan dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm atau sesuai dengan prosedurnya.

Penelitian pertama ini menggunakan satu faktor dengan empat taraf, dengan rancangan acak kelompok lengkap (*Randomize Complete Block Design*) diulang 6 kali, luas plot 3 m x 4 m. Adapun macam perlakuan adalah: 0, 100, 200, dan 300 kg SP-36 ha^{-1} . Penelitian ke dua dilanjutkan menggunakan rancangan petak terbagi (*Split Plot Design*) dengan petak utama yaitu waktu panen yaitu 2 dan 4 bulan, anak petak adalah tingkat pemupukan P, terdiri atas 4 level yaitu 0, 100, 200, dan 300 kg SP-36 ha^{-1} atau seperti percobaan pertama.

Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak 8 satuan percobaan yang diulang 3 kali.

Pengamatan pendahuluan adalah analisis karakterisasi sifat fisik dan kimia tanah serta pengamatan curah hujan dan suhu harian di lokasi penelitian. Pengamatan selanjutnya adalah terhadap keragaaan agronomi, fisiologi, uji fitokimia secara kualitatif dan uji asiaticosida secara kuantitatif dan kandungan P jaringan. Pengamatan dilakukan pada saat panen umur 2 bulan (8 MST) dan 4 bulan (16 MST). Data dianalisis ragam untuk perlakuan yang berpengaruh nyata dan terjadi interaksi maka dilakukan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) (uji F) pada taraf kesalahan 5%. Analisis data dilakukan dengan bantuan program SAS versi 9.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A.. Iklim lokasi kondisi percobaan

Hasil pengamatan di lokasi penelitian curah hujan menunjukkan bahwa, ketersediaan air ada dua fenomena yaitu bulan Juni, Juli, Agustus, dan September 2007 termasuk bulan kering dan bulan Oktober, Nopember, dan Desember penyediaan air cukup dan sangat melimpah. Bulan Oktober, Nopember, dan Desember penyediaan air cukup dan sangat melimpah untuk mendukung pertumbuhan, tetapi intensitas cahaya rendah, sehingga fotosintesis juga menurun. *Heat unit* bulan Juni, Juli, Agustus, dan September adalah sebesar 308,4; 312,42; 366,7; dan 320°C. Sedangkan *heat unit* bulan Oktober, Nopember dan Desember adalah 315; 301,2; dan 191,89°C, yang akan menghasilkan bobot kering tanaman hasil fotosintesis.

B. Sifat fisik dan kimia tanah Andisols

Tanah Andisols di Gunung Putri, Cipanas berasal dari bahan induk vulkan yang telah mengalami perkembangan. Bentuk struktur pada lapisan atas umumnya remah, berukuran sangat halus-kasar dengan tingkat perkembangan sedang. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa jenis tanah Andisols di lokasi penelitian adalah pH sangat masam, C-org sedang, status hara N total sangat rendah, kadar P tersedia (Bray I) rendah, dan K rendah. Pada umumnya, tanah yang sudah berkembang lanjut di daerah iklim humid mempunyai pH yang rendah. Makin lanjut usianya, makin rendah pH-nya, kecuali ada faktor lain yang mencegahnya. Analisis sifat fisik jenis tanah Andisols yang mempunyai kandungan liat (27,06%), dan debu (26,89%), yang di dominasi oleh kandungan pasir (46,05%) termasuk klas tekstur pasir liat berdebu. Selain sifat fisik tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman pegagan, beberapa sifat kimia tanah yang menyebabkan faktor pembatas pertumbuhan tanaman pegagan yaitu tingginya kandungan Fe 5984,5 ppm (100 g)⁻¹; Mn 197,98 ppm (100 g)⁻¹; dan unsur hara makro (N, P dan K) kategori rendah sampai sangat rendah.

Tanah Andisols memiliki kejenuhan basa rendah, kapasitas tukar kation dan kapasitas anion tinggi, serta kadar fosfor rendah karena terfiksasi kuat (Subagyo *et al* 2000). Tanah-tanah masam biasanya mengandung ion-ion Al^{3+} , Fe^{3+} , dan Mn^{2+} terlarut dan tertukarkan dalam jumlah yang cukup nyata (Tan, 1982). Ketiga unsur tersebut dapat mengikat P sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman dan apabila diserap oleh tanaman dalam jumlah yang banyak dapat meracuni tanaman. Kadang-kadang kelebihan Mn dapat menginduksi defisiensi unsur hara Fe, Mg, dan Ca dan keracunan Zn menginduksi defisiensi Fe, Mg, dan Mn (Marschner 1995).

Hasil analisis awal pada tanah Andisols serta metode yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis pendahuluan karakteristik tanah Andisols di Gunung Putri, Cipanas, Cianjur 2007

Sifat Tanah	Nilai uji tanah	Metode/ekstraksan	Satuan
pH H_2O	4,45 SM	pH meter	
pH KCl	4,23 SM	pH meter	
C-organik	3,20 T	Kurmies	%
N-total	0,19 R	Kjeldahl	%
C/N ratio	16,84	-	
P tersedia	1,22 R	Bray-1	Ppm
Ca	4,28 R	1 N NH_4OAc pH 7.0	me (100 g) ⁻¹
Mg	0,75 R	1 N NH_4OAc pH 7.0	me (100 g) ⁻¹
K	0,25 R	1 N NH_4OAc pH 7.0	me (100 g) ⁻¹
Na	0,23 R	1 N NH_4OAc pH 7.0	me (100 g) ⁻¹
Total	5,51		
Al	0,41	1 N KCl	me (100 g) ⁻¹
KTK	20.16	1 N NH_4OAc pH 7.0	me (100 g) ⁻¹
KB	27,33		%
Fe	5144.05 ST	0,05 N HCl	Ppm
Mn	197,98 T	0,05 N HCl	Ppm
Cu	34,98 S	0,05 N HCl	Ppm
Zn	55,39 S	0,05 N HCl	Ppm
Tekstur Pasir	46,05	Pipet	%
Debu	26,89	Pipet	%
Liat	27,06	Pipet	%

Keterangan: SM (sangat masam), R (rendah), S (sedang), T (Tinggi), dan ST (sangat tinggi). Dianalisis laboratorim Balitro Bogaor

Sifat kimia tanah yang menjadi faktor pembatas utama adalah pH tanah (sangat masam), hara N (0,19%), P (1,22 ppm), dan K (0,25 me 100 g⁻¹). Faktor kimia tanah pembatas ke dua adalah disebabkan tingginya kadar Fe (5144,05 ppm), Mn (197,98 ppm), Cu (34,98 ppm), dan Zn (55,39 ppm). Sedangkan faktor pembatas ke tiga yaitu sifat fisik tanah adalah tekstur pasir (46,05%) dalam mengikat air dan buffer hara rendah. Walaupun, terdapat beberapa faktor yang

mendukung tanaman pegagan adalah kadar C-organik tanah kategori sedang (3,20%) dan C/N ratio (16,84).

1. Percobaan pertama

1. a. Jumlah klorofil daun muda dan daun tua

Pemupukan P berpengaruh nyata dalam peningkatan jumlah klorofil daun muda dan tua (Tabel 2) pada umur 10 MST, hal ini dimungkinkan serapan P yang tinggi yang tersimpan dalam jaringan daun pada umur 10 MST. Walaupun, umur 16 MST jumlah klorofil daun muda tidak nyata, tetapi pada daun tua nyata, sesuai dengan umur 10 MST. Pengaruh pupuk P nyata dibandingkan dengan tanpa P terhadap terhadap jumlah klorofil. Jumlah klorofil pada takaran pupuk SP-36 100 nyata pada daun muda dan daun tua yang memberikan warna lebih cerah dibandingkan warna daun tanpa pemberian P yang menunjukkan warna gelap. Rusmarkan dan Yuwono (2002) menyimpulkan bahwa kekurangan unsur P umumnya menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi gelap. Hal ini juga menurut (Jones *et al.* 1967), kekurangan fosfor berakibat pertumbuhannya kurang baik, warna daun juga menjadi *purple* (keunguan) dan kecoklatan serta pembentukan antosianin terhambat.

Tabel 2. Jumlah klorofil daun muda dan daun tua

Perlakuan pupuk SP-36 kg/ha	Jumlah klorofil umur 10 MST		Jumlah klorofil umur 16 MST	
	Daun muda	Daun tua	Daun muda	Daun tua
	----- unit -----			
0	23.97 b*	36.06 b	24.45	35.31 b
100	26.32 a	39.07 a	26.05	40.98 a
200	25.79 ab	39.58 a	28.77	39.09 a
300	25.49 ab	39.03 a	26.81	38.82 a

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 % menurut DRMT

2. Percobaan kedua.

2. a. Kandungan P jaringan, jumlah daun, dan luas daun pertanaman

Pengaruh waktu panen dan pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P dan jumlah daun pertanaman. Jumlah daun dan luas daun tidak dipengaruhi oleh waktu panen, namun luas daun dipengaruhi oleh pupuk P, berbeda nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh waktu panen dan pupuk P terhadap kandungan P jaringan, jumlah dan luas daun

Perlakuan	Kandungan P jaringan	Jumlah daun pertanaman	Luas daun pertanaman
	%	helai	Cm
Waktu panen			
2 Bulan	0.244	157.50	1398
4 Bulan	0.266	162.25	1419
Takaran pupuk SP-36 (kg ha ⁻¹).			
0	0.250	154.83	1420 ba *
100	0.260	156.17	1565 a
200	0.253	153.33	1391 ba
300	0.258	175.17	1159 b
Interaksi	tn	tn	tn

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 % menurut DRMT

* : nyata, tn : tidak nyata.

Adanya hubungan peningkatan serapan P dengan luas daun pada pemupukan SP-36 100 kg ha⁻¹, memberikan indikasi bahwa semakin meningkat serapan P tinggi diikuti oleh luas daun secara nyata. Hal ini menyebabkan semakin luas daun akan secara aktif menyerap P dari larutan tanah dalam proses fotosintesis cenderung lebih baik. Serapan P jaringan waktu panen dan pemupukan P tidak berbeda nyata, karena tanaman pegagan tergolong tanaman liar. Tanaman tipe liar dapat menyerap hara pada konsentrasi P-nya sangat rendah dan dapat menyimpannya hara dalam tumbuh tanaman pada konsentrasi sampai lebih dari 1000 kalinya (Russel dan Barber 1960) dalam Marschner (1995). Walaupun hasil penelitian Edwards dan Barber (1976) dalam Marschner (1995) menyimpulkan bahwa kapasitas penyerapan P pada akar kedelai bergantung pada umur, penyerapan akar pada umur 18 hari, hasilnya empat kali lipat sebesar akar yang berumur 73 hari.

Secara umum kadar optimal fosfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0.3–0,5% dari berat kering tanaman (Rusmarkan dan Yuwono 2002). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Musyarofah (2007) pada tanaman pegagan kandungan hara fosfor jaringan tanaman berbeda nyata akibat pengaruh naungan 65% dan pemberian pupuk alami. Kandungan fosfor jaringan tanaman pegagan pada umur 16 MST dapat mencapai 0,42–0,57% berat kering. Hasil analisis jaringan kandungan P menunjukkan semua perlakuan berada pada kondisi cukup umur panen 2 dan 4 bulan, dengan kandungan hara P sebesar 0,244 dan 0,260%. Penyerapan unsur hara P dari tanah oleh akar ke dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor. Menurut Novizan (2002)

kekurangan dan kelebihan unsur hara mikro dapat menghambat tanggap tanaman terhadap pemupukan fosfor.

2.b. Produksi bioaktif

Perlakuan umur waktu panen dan pupuk P berpengaruh nyata terhadap produksi bobot biomas bobot basah dan kering secara nyata terjadi interaksi nyata. Interaksi antara waktu panen dan takaran pupuk P berpengaruh nyata terhadap bobot biomas basah dan bobot kering ubinan serta diikuti produksi bioaktifnya. Hasil terbaik ditunjukkan pada interaksi persamaan regresi dapat disimpulkan bahwa umur waktu panen 4 bulan penambahan produksi bobot biomas basah tanggapnya baik, tetapi sebaliknya umur panen 2 bulan tanggap rendah, hal ini memperlihatkan saat fase penuaan meningkatkan redemen biomas.

Interaksi persamaan regresi dapat disimpulkan bahwa pada panen 4 bulan penambahan produksi bobot biomas basah tanggapnya baik, nilai $R^2 = 0.9605$, tetapi sebaliknya umur panen 2 bulan tanggap kurang baik nilai $R^2 = 0.00046$.

Analisis fitokimia berdasarkan kualitatif tanaman pegagan adalah triterpenoid pasitif kuat sekali pada takaran 300 kg/ha, akan tetapi semakin umur bertambah tua turun menjadi positif kuat (Tabel 4).

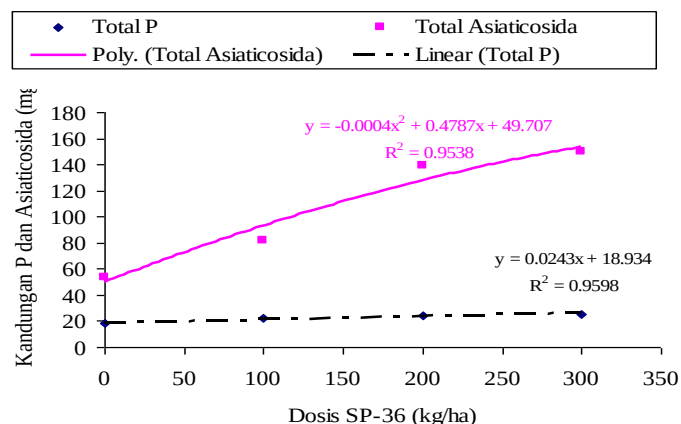
Tabel 4. Hasil uji fitokimia tanaman pegagan pada umur panen 8 MST dan 16 MST

Perlakuan Takaran SP-36 (kg/ha)	Triterpenoid
Umur 8 MST	
0	2+
100	2+
200	2+
300	4+
Umur 16 MST	
0	3+
100	3+
200	3+
300	3+

Keterangan: 2+: Positif, 3+: Positif kuat, dan 4+: Positif kuat sekali.

Kandungan triterpenoid positif (2+), hal ini dapat dimungkinkan bahwa pemberian pupuk P mempengaruhi kandungan fitokimia. Hasil analisis bioaktif pada umur 16 MST (4 bulan) terjadi perubahan atau perbedaan nilai adalah senyawa, triterpenoid terjadi peningkatan. Interaksi persamaan regresi adalah dapat disimpulkan bahwa pada panen 4 bulan penambahan produksi bobot

bomas kering tanggapnya baik, nilai $R^2 = 0.9605$, sebaliknya umur panen 2 bulan tanggap lebih rendah nilai $R^2 = 0.8633$



Gambar 1. Pertambahan total P dan asiaticosida tanaman pegagan pada berbagai takaran pupuk SP-36

Hubungan total kandungan P dan produksi total asiaticosida adalah nyata, hal ini semakin tinggi produksi bobot biomas kering akan diikuti kenaikan kandungan P dan meningkatnya kandungan asiaticosida nyata dan tanggapnya baik dengan nilai $R^2 = 0.9538$ (Gambar 1).

Berdasarkan dari data di atas secara keseluruhan menunjukkan bahwa metabolit sekunder adalah sebagai bahan alami merupakan senyawa yang dihasilkan oleh tanaman dalam jumlah relatif besar, namun tidak memiliki fungsi langsung terdapat pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman (Taiz and Zeiger 2002). Namun metabolit sekunder sangat diperlukan bagi tumbuhan, beberapa diantaranya bermanfaat sebagai mekanisme pertahanan dalam melawan serangan bakteri, virus dan jamur, sehingga dapat dianalogikan seperti sistem kekebalan tubuh (Vickery dan Vickery 1981).

Metabolit dibentuk melalui lintasan (*pathway*) yang dimulai dan khusus dari metabolit primer. Menurut (Herbert 1995) metabolit sekunder adalah dibiosintesis terutama dari metabolit primer antara lain asam amino, asetil koenzim A, asam mevalonat dan intermediate dari jalur shikimate. Lintasan pentose phosphate adalah diperlukan carbon dioksida dan air, akan menghasilkan dalam bentuk karbohidrat, dengan intermediate prekursor pyruvic acid dan acetly CoA, dengan melalui lintasan acetate mevalonate yang akan menghasilkan zat aktif terpenoid dan juga turunan steroids.

Triterpenoid adalah merupakan senyawa yang memiliki struktur molekuler yang mengandung rangka karbon dan membentuk isoprene (2-methylbuta-1,3-

diene). Tanaman pegagan terbukti dengan pemupukan P dapat meningkatkan kandungan senyawa metabolit sekunder adalah dari kelompok triterpenoid. Triterpenoid secara kimiawi dan biokimiawi adalah terbagi menjadi beberapa kelompok tergantung pada jumlah unit isoprene (C_5) yang dikandung, masing-masing kelompok diturunkan dari precursor metabolit primer yang di biosintesis oleh jalur acetate mevanolate. Yang selanjutnya, akan menurunkan geranyl pyrophosphate merupakan metabolit primer yang membentuk monoterpenoid dan turunannya, farnesyl pyrophosphate meningkatkan pembentukan *sesquiterpenoid* dan kemudian konversi dari squalene menjadi triterpenoid dan steroid, yang terakhir, geranyl pyrophosphate menjadi precursor dari diterpenoid dan carotenoid (Vickery dan Vickery 1981). Triterpenoid dapat dipilih menjadi sekurang-kurangnya empat golongan senyawa yaitu triterpenoid sebenarnya, steroid, saponin, dan glikosida jantung (Hota, 1983) dalam Soemarno (1990). Glikosida dan triterpenoid adalah triterpenoid asiaticosida dari turunan α -amirin (Brotosisworo 1979). Secara empiris asiaticosida adalah senyawa bioaktif yang terdapat banyak didalam pegagan (*Centella asiatica* L Urban).

Peningkatan kandungan asiaticosida nyata pengaruh pemberian pupuk fosfor dan umur waktu panen yang berperan penting di dalam metabolisme energi, karena keberadaan dalam ATP, ADP, AMP, dan pirofosfat (PPi). Menurut (Gardner et al 1985) bahwa fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa penting; molekul pentrasfer energi ADP dan ATP, NAD, NADPH, dan fungsi lainnya sebagai senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA.

Mekanisme dalam menelusuri dan membuktikan bahwa fosfat adalah yang diserap akar setelah itu diangkut melalui xilem menuju tajuk (daun, tangkai daun, batang) dapat meningkatkan kandungan asiaticosida akan semakin nyata dan terbukti. Secara empiris penemuan oleh Salisbury dan Ross (1995) melaporkan fosfor adalah senyawa tak pernah direduksi dalam tumbuhan dan tetap sebagai fosfat, baik dalam bentuk bebas maupun terikat oleh senyawa organik sebagai ester. Ester fosfat adalah terbentuk dari gula, alkohol, asam, atau fosfat lain (polifosfat). Senyawa kaya energi itu yang diduga sebagai intermedete pentose phosphate *pathway* yang secara khusus dari metabolit primer dan diturunkan dari precursor metabolit primer ke metabolit sekunder senyawa terterpenoid (Vickery and Vickery 1981) dan Hess (1986) dalam Musyarofah (2006). Hal tersebut diatas semakin jelas bahwa peranan P di dalam mendukung peningkatan kandungan asiaticosida adalah melalui jalur metabolit primer dan sekunder yang didukung oleh peranan enzim melalui lintasan jalur mevanolate.

2. c. Warna daun

Pengaruh waktu panen dan pupuk P terhadap warna daun muda dan daun tua adalah berpengaruh nyata, namun tidak terjadi interaksi. Waktu panen dan pupuk P pada umur 4 bulan adalah juga berpengaruh nyata dan terjadi interaksi pada daun tua, tetapi tidak berpengaruh nyata daun muda. Interaksi antara waktu panen dan pupuk P adalah berpengaruh nyata pada jumlah klorofil daun tua umur. Jumlah klorofil yang indentif dengan warna daun terbaik dihasilkan interaksi waktu panen 4 bulan takaran pupuk SP-36 100 kg ha⁻¹ dan 2 bulan takaran pupuk SP-36 200 kg ha⁻¹ (Tabel 5).

Tabel 5. Jumlah klorofil daun tua pada berbagai interaksi perlakuan waktu panen dan takaran pupuk P

Takaran Pupuk P	Waktu panen	
	2 Bulan	4 Bulan
kg/ha	Unit.....	
0	34.99 a*	35.65 a
100	39.21 a	42.75 b
200	40.03 b	38.15 a
300	40.12 a	37.52 a

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama, berbeda nyata uji DRMT 0.05.

Interaksi takaran pupuk P dan warna daun terbaik pada takaran SP-36 100 kg ha⁻¹, tetapi interaksinya terjadi pada takaran SP-36 200 kg ha⁻¹. Hal ini dapat diduga bahwa kecukupan hara P pada tanah Andisols yang mempunyai ketersediaan P rendah dengan penambahan pupuk SP-36 takaran 200 kg ha⁻¹. Walaupun, fosfor sulit larut yang diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ion anorganik, kelebihanannya adalah fosfor cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik. Perubahan P anorganik menjadi P organik hanya memerlukan beberapa menit (Marschner 1986), tetapi P organik ini cepat dilepaskan menjadi P organik lagi ke dalam jaringan xylem tanaman.

Menurut Morard (1970) *dalam* Rosmarkam dan Yuwono (2001), setelah diserap oleh akar, P mula-mula diangkut ke daun muda kemudian dipindahkan ke daun yang lebih tua, hal tersebut yang menyebabkan jumlah klorofil atau warna daun tua menjadi nyata, artinya lebih jerah dan *sources* yang baik untuk mendukung sink. Kebanyakan ester fosfat adalah senyawa intermedier dalam mekanisme biosintesis ataupun pemecahan. Di dalam metabolisme, sel ester fosfat mempunyai fungsi langsung berhubungan dengan energi sel adalah AMP, ADP, ATP. Menurut Teny dan Ulrich (1993) fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa penting, melekul pentrasfer energi ADP dan

ATP (*adenosis di- dan trifosfat*), NAD, NADPH, dan senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA. Fungsi fosfor yang lain, juga berperan dalam bahan penyusun fosfolipid seperti lesitin dan kolin, yang memegang peranan penting dalam hal integritas membran (Gardner *et al* 1985).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan uji fitokimia kandungan triterpenoid dan asiaticosida tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk SP-36 300 kg ha⁻¹.
2. Umur waktu panen dan pupuk P berpengaruh nyata pada jumlah klorofil daun tua. Jumlah Klorofil daun dihasilkan interaksi umur waktu panen 4 bulan takaran pupuk SP-36 100 kg ha⁻¹ dan 2 bulan takaran pupuk SP-36 200 kg ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Brotoisworo, S. 1979. Obat hayati Golongan Glikosida. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1985. Fisiologi Tanaman Budi daya, Susilo H penerjemah, Jakarta:UI pres. Terjemah dari: *Physiology of crop plant*.
- Herbert RB, 1995. Biosintesis Metabolit Skunder. Terjemahan Srigandono B. Semarang: IKIP Semarang Press. 243 hlm.
- Jones JB, Wolf B, and Mills HA. 1967. Plant Analysis Handbook, a Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. USA: Macro-Macro Pub. Inc.
- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Harcourt Brace Jovannovich, Publisher. London.
- Musyarofah.N. 2006. Tanggap Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* L.Urban) Terhadap Pemberian Pupuk Alami di Bawah Naungan.[skripsi] Departemen budi daya Pertanian Fakultas Pertanian IPB Bogor.
- Novizon. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Cet 1. Jakarta: Agromedia Pustaka. 114 hlm.
- Rosmarkam, A dan Yuwono. N.W. 2001. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Sabiham, S. 1996. Prinsip-prinsip Uji Tanah. Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian dan Pengembangan Pertanian bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 19 -311 Januari 1996 , 23 hlm.
- Salisbury F B, and Ross CW. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. Terjemahan dari: FB Salisbury and CW Ross. Plant Physiology 4th Edition. Bandung: Penerbit ITB. 173 hlm.
- Sell CS.2005. A Fragrant Introduction to Terpenoid Chemistry. Ashford Kent UK: RS.C Advancing The Chemical Sciences.
- Soemarno. 1990. Analisis Metabolisme Sekunder. Pusat antar Universitas Bioteknologi Universitas Gajah Mada Yogyakarta. 246 -296 hlm.
- Soepardi. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Subagyo H, Suharta N, dan Siswanto AB. 2000. Tanah-tanah Pertanian Indonesia. hlm. 21-65. *dalam* Sumber Daya Lahan dan Pengelolaannya. Bogor. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Supriadi. 2002. Tithonia Diversifolia dan Tephrosia Cendida Sebagai bahan Organik Alternatif untuk Perbaikan P Tanah Adisols. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi. 1(2):7-15 Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Swastika.I.W, Sutriadi M.T, dan Kasno.A. 2005. Pengaruh pupuk kandang dan fosfat alam terhadap produktivitas jagung di Typic Hapludox dan Plintik Kanduidults Kalimantan Selatan. hlm. 178 -191 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumber Tanah dan Iklim. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Buku II. Bogor.
- Taiz L, Zeiger E. 2002. Plant physiology. Sunderland. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publisher. Third Edition.
- Talalaj, S., and Czechowics. 1989. Herbal Remedies Harmful and Beneficial effects. Melbourne.
- Tan KH. 1982. Principles of soil Chemistry. New York: Madison avenue, Marcel Dekker, Inc.
- Terry N, and Ulrich A. 1993. Effect of Phosphorus Diviciency on the Photosynthesis and Respiration of Leaves in Sugar beet. Plant Physiol. 51: 43-47.
- Vickery ML, dan Vickery B. 1981. Secondary Plant Metabolism. London: The Macmillan Press Ltd. 335 pp.

KAJIAN APLIKASI *NITRIFICATION INHIBITOR* PADA BUDI DAYA SAYURAN DATARAN TINGGI

Suprihati

Fakultas Pertanian, UKSW Salatiga

ABSTRAK

Sayuran dataran tinggi merupakan komoditas penting yang mendukung ketahanan pangan nasional. Teknik budi daya komoditas ini melibatkan input pupuk N yang cukup tinggi. Interaksi dinamika perilaku pupuk N dalam tanah dan kondisi ekologis dataran tinggi menyebabkan kehilangan N dalam bentuk nitrat maupun emisi N_2O yang berdampak pada efisiensi pemupukan dan berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan. Aplikasi *nitrification inhibitor* yang bertujuan menghambat laju nitrifikasi diharapkan mampu mengurangi pencucian nitrat maupun emisi N_2O (mengendalikan pencemaran) dan meningkatkan efisiensi pemupukan. Makalah yang didasarkan pada metode telaah pustaka ini bertujuan menyajikan kajian tentang aplikasi *nitrification inhibitor* pada budi daya sayuran dataran tinggi, yang diharapkan dapat dijadikan salah satu pertimbangan dalam upaya meningkatkan produktivitasnya. Hasil kajian dari beberapa lokasi penelitian dengan beberapa tanaman sayuran dataran tinggi menunjukkan indikasi prospek positif aplikasi *nitrification inhibitor* dalam pengendalian pencemaran meski terhadap peningkatan hasil tanaman tidak selalu nyata dan berpotensi untuk peningkatan produktivitas sayuran dataran tinggi.

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu komoditas penting dalam rangka mendukung ketahanan pangan nasional. Keragaman komoditas ini sangat tinggi dengan persyaratan ekologi mulai dataran rendah hingga dataran tinggi. Meski sudah cukup banyak jenis tanaman sayuran yang diadaptasikan ke dataran rendah, sentra produksi sayuran dataran tinggi > 700 mdpl pada tanah Andosol dengan berbagai kemiringan lahan, tetap memegang peranan yang signifikan.

Budi daya sayuran dataran tinggi berkembang pesat baik diantaranya Input pupuk terutama pupuk nitrogen cukup tinggi. Penggunaan pupuk N takaran tinggi pada budi daya sayuran dataran tinggi, dapat mencemari lingkungan, karena sebagian besar N dari pupuk hanyut terbawa aliran permukaan dan erosi (Tim sintesis kebijakan 2008).

Dinamika pupuk N sangat cepat, bila sebagian pupuk N diserap oleh tanaman, sebagian lagi hilang melalui pencucian, erosi ataupun penguapan.

Kehilangan pupuk tersebut secara langsung menurunkan efisiensi pemupukan dan berpotensi mencemari lingkungan baik dalam bentuk cemaran nitrat pada air tanah oleh proses pencucian maupun emisi gas rumah kaca N_2O .

Pencucian nitrat berasal dari hasil proses nitrifikasi. Emisi N_2O dihasilkan oleh proses denitrifikasi dan hasil antara proses nitrifikasi. Bahan baku proses denitrifikasi adalah nitrat yang dihasilkan oleh proses nitrifikasi. Mengacu logika tersebut, penghambatan laju nitrifikasi berpotensi menekan laju pencucian serta emisi N_2O dan sekaligus meningkatkan efisiensi pemupukan. Salah satu cara pengelolaan pupuk nitrogen yang potensial dikembangkan adalah mengendalikan perubahan amonium menjadi nitrat, misalnya melalui aplikasi bahan-bahan yang mampu menghambat nitrifikasi (*nitrification inhibitor*).

Pendayagunaan penghambat nitrifikasi kajian aplikasi *nitrification inhibitor* pada budi daya sayuran dataran tinggi tersebut, merupakan harapan cerah dalam peningkatan efisiensi pemupukan nitrogen yang sekaligus menekan dampak pencemaran baik yang berupa emisi N_2O maupun peningkatan konsentrasi nitrat dalam air tanah (Suprihati 1998).

Tujuan penulisan makalah ini adalah menyajikan kajian tentang kajian aplikasi *nitrification inhibitor* pada budi daya sayuran dataran tinggi, yang diharapkan dapat dijadikan salah satu pertimbangan dalam upaya meningkatkan produktivitasnya.

METODOLOGI

Kajian aplikasi *nitrification inhibitor* pada budi daya sayuran dataran tinggi ini dilaksanakan berdasarkan metode telaah pustaka.

HASIL: (pengurangan leaching, emisi N_2O , ef pemupukan, karakter tanaman dan produksi sayuran)

- Aplikasi 1% *nitrification inhibitor* DMPP mampu meningkatkan konsentrasi NH_4^+ 19.1-24.3% dan mampu menurunkan konsentrasi NO_3^- sebanyak 44.9 – 56.6% pada leachate.

Tabel 1. Kajian *nitrification inhibitor* pada wortel (Diolah dari Bondiniene *et al* 2008)

Perlakuan	Bobot umbi total $t\ ha^{-1}$	Umbi Layak jual $t\ ha^{-1}$
Tanpa pupuk	59.8	42.2
Pupuk tunggal	65.2	45.4
600 $kg\ ha^{-1}$ (10-10-20)	68.7	46.2
500 $kg\ ha^{-1}$ Entec 12-7-16 (mengandung <i>nitrification inhibitor</i> DMPP)	70.1	49.7

Tabel 2. Kajian *nitrification inhibitor* pada bit merah (diolah dari Szuara *et al* 2008)

Bagian tanaman	Parameter	RSM – 7.5% N-NH ₄ , 7.5% N-NO ₃ , 15% N-NH ₂ ; produced by Zaklady Azotowe in Tarnow	ENTEC 26 (18.5% N-NH ₄ , 7.5% N-NO ₃ + DMPP <i>nitrification inhibitor</i> ; produced by COMPO/BASF
Daun	NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	245	256
	Nitrat (mg kg ⁻¹)	927	907
Umbi	NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	208	203
	Nitrat (mg kg ⁻¹)	1566	1488
	Protein-N (%)	2.45	2.41
	Ratio nitrat terhadap N total	0.122	0.115

Aplikasi NI tidak berpengaruh terhadap kadar ammonium dan nitrat pada daun maupun umbi serta protein umbi.

KESIMPULAN

Aplikasi *nitrification inhibitor* mampu mengurangi kadar nitrat dalam tanaman, emisi N₂O dari lahan pertanaman. Hasil kajian dari beberapa lokasi penelitian dengan beberapa tanaman sayuran dataran tinggi memberikan indikasi prospek positif aplikasi *nitrification inhibitor* dalam pengendalian pencemaran meski terhadap peningkatan hasil tanaman tidak selalu nyata dan berpotensi untuk peningkatan produktivitas sayuran dataran tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bundinien, O., P. Duchovskis, A. Brazaityte. 2008. The influence of fertilizers with nitrification inhibitor on edible carrot photosynthesis parameters and productivity. Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodinkystė ir daržinkystė. 27(2): 245-257
- Suprihati. 1998. Penggunaan nitrification inhibitor sebagai upaya meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen dan pengendalian pencemaran oleh pupuk. AGRIC 12:1-18.
- Sutrisno. N, P. Setyanto, dan U. Kurnia. 2009. Perspektif dan urgensi pengelolaan lingkungan pertanian yang tepat. Pengembangan Inovasi Pertanian 2(4), 2009: 286-291.
- Suwandi. 2009. Menakar kebutuhan hara tanaman dalam pengembangan inovasi budi daya sayuran berkelanjutan. Pengembangan Inovasi Pertanian 2(2), 131-147

- Szuara, A., I. Kowalska, W. Sady. 2008. The content of mineral and protein nitrogen in red beet depending on nitrogen fertilizer type and fertilization method. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 7(3) 2008, 3-14
- Thomas, S., H. Barlow, G. Francis and D. Hedderley. Emission of nitrous oxide from fertilised potatoes. *Super Soil 2004: 3rd Australian New Zealand Soils Conference*, 5–9 December 2004, University of Sydney, Australia. Published on CDROM. Website www.regional.org.au/au/asssi/ [diakses 24 Feb 2010]
- Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Strategi penanggulangan pencemaran lahan pertanian dan kerusakan lingkungan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2): 125-128

PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT MELALUI PENERAPAN PUPUK MAJEMUK LENGKAP ARGAGRO A DI LAHAN DATARAN TINGGI

Endjang Sujitno

Peneliti Pada Badan Litbang Pertanian Pada BPTP, Jawa Barat

ABSTRAK

Peningkatan produksi sayuran khususnya di lahan dataran tinggi harus diimbangi dengan mengoptimalkan penggunaan pupuk sesuai dengan kondisi lahan, namun semenjak dicabutnya kebijakan subsidi pupuk oleh pemerintah telah menyebabkan kelangkaan pupuk, sehingga pupuk menjadi sulit diperoleh. Dalam kondisi demikian pemerintah menerapkan kebijaksanaan pintu terbuka untuk peredaran pupuk alternatif, salah satu pupuk alternatif tersebut adalah pupuk majemuk lengkap Argagro A. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengkajian untuk mengetahui tingkat produksi khususnya produksi komoditas tomat melalui penggunaan pupuk majemuk Argagro A. Pengkajian bertujuan untuk 1) mengetahui tingkat produksi tanaman tomat melalui penerapan pupuk majemuk lengkap Argagro A pada lahan dataran tinggi dan 2) mengetahui tingkat keuntungan yang diterima petani dari usaha tani tomat dengan menggunakan pupuk majemuk lengkap Argagro A. Pengkajian dilaksanakan di Desa Alamendah Kec. Rancabali Kab. Bandung pada tahun 2008, dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok (*randomized block design*) dengan perlakuan (1) NPK (rekomenasi setempat/kebiasaan petani); (2) 200 kg ha⁻¹ pupuk Argagro A; (3) 400 kg ha⁻¹ pupuk Argagro A; dan (4) 600 kg ha⁻¹ pupuk Argagro A diulang sebanyak 6 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan C dan D yaitu takaran pemberian pupuk Argagro A 400 kg ha⁻¹ dan 600 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan produksi sebesar 7,51% dan 20,17% daripada perlakuan yang biasa dilakukan petani dengan produksi masing-masing sebesar 28,20 t ha⁻¹ dan 31,52 t ha⁻¹. Berdasarkan analisis ekonomi, perlakuan pemberian Argagro A 600 kg ha⁻¹ paling menguntungkan, karena mempunyai nilai R/C ratio paling tinggi (1,94) dengan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 38.150.000 ha⁻¹.

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan komoditas penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Komoditas ini memiliki keragaman yang luas dan berperan sebagai sumber karbohidrat, protein nabati, vitamin, dan mineral yang bernilai ekonomi tinggi. Produksi sayuran di Indonesia meningkat setiap tahun dan

konsumsinya tercatat 44 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹. Laju pertumbuhan produksi sayuran di Indonesia berkisar antara 7,7-24,2% tahun⁻¹. Peningkatan produksi lebih banyak terkait dengan peningkatan luas areal tanam.

Beberapa jenis sayuran, seperti bawang merah, petsai, dan mentimum, peningkatan produksinya merupakan dampak dari penerapan teknologi budi daya (Adiyoga 1999). Penerapan teknologi budi daya sayuran di lahan dataran tinggi, seperti kentang, kubis, dan tomat sejak tahun 1980-an berkembang cepat dan tingkat adopsi tertinggi terjadi pada akhir tahun 1990-an.

Namun dengan dicabutnya subsidi pupuk oleh pemerintah dalam rangka memantapkan dan melestarikan swasembada pangan, telah menyebabkan kelangkaan pupuk tunggal dan harganya menjadi mahal, sehingga tidak terjangkau oleh petani terutama yang bermodal kecil. Dalam kondisi demikian pemerintah menerapkan kebijaksanaan pintu terbuka untuk peredaran pupuk alternatif (Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura 1999).

Dalam perkembangannya, peredaran pupuk alternatif dengan berbagai merk dan jenis yang pesat menyebabkan petani pengguna sering merasa kesulitan untuk memilih pupuk alternatif yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi pedo agroklimat. Pemupukan spesifik lokasi dengan memperhatikan kondisi status hara tanah setempat perlu dilakukan, dosis pupuk yang diaplikasikan disesuaikan dengan kondisi status hara tanah setempat, sehingga diharapkan akan berpengaruh pada optimumnya pertumbuhan tanaman (Balittanah 2007).

Sampai dengan akhir tahun 1999, telah terdaftar sebanyak 523 merek pupuk alternatif dan 200 perusahaan pupuk di Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (1999). Pemilihan pupuk yang akan digunakan harus memperhatikan kesesuaian kandungan hara yang terdapat dalam pupuk serta kondisi lahan dan tanaman yang dibudidayakan. Selama ini pemupukan yang dilakukan oleh petani di Indonesia, selalu digeneralisasi untuk semua jenis lahan tanpa mempertimbangkan kondisi lahan dan kebutuhan tanaman terhadap suatu jenis unsur hara (Rosliani dkk 2006). Sehingga diperlukan tindakan yang lebih bijaksana dari para pelaku usahatani khususnya petani dalam memilih pupuk yang akan digunakan.

Berkaitan dengan ketersediaan pupuk seperti tersebut, maka untuk meningkatkan kembali produksi sayuran khususnya komoditas tomat, dilakukan pengkajian dengan menggunakan pupuk alternatif berupa pupuk majemuk lengkap dengan merek dagang Arga Agro A. Tujuan pengkajian ini adalah: (1) meningkatkan produksi tanaman tomat melalui penerapan Pupuk Majemuk Lengkap Arga Agro A pada lahan dataran tinggi dan (2) mengetahui tingkat keuntungan yang diterima petani dari usaha tani tomat dengan menggunakan pupuk majemuk lengkap Arga Agro A.

METODOLOGI

Pengkajian peningkatan produksi tomat melalui penerapan pupuk majemuk Arga Agro A dilaksanakan di Desa Alamendah Kec. Rancabali (Ciwidey) pada bulan Oktober 2008. Lokasi terletak pada lahan dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 1.400 m dpl dengan suhu udara antara 10–22°C dengan kelembapan antara 80–90%. Jenis tanah pada lokasi sangat mendukung optimalisasi produksi yaitu Andosol. Tanah berstruktur remah/lepas, gembur, dan banyak mengandung bahan organik dengan tata air baik.

Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (*randomized block design*) dengan perlakuan: (1) NPK (rekomendasi setempat/kebiasaan petani); (2) 200 kg ha⁻¹ pupuk Arga Agro A; (3) 400 kg ha⁻¹ pupuk Arga Agro A; dan (4) 600 kg ha⁻¹ pupuk Arga Agro A. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 6 kali, luas petak percobaan disesuaikan dengan keadaan petakan yang ada dan petani dijadikan sebagai ulangan takaran pupuk lengkap majemuk Arga Agro pada tomat diberikan secara lengkap sepenuhnya sesuai hasil analisis laboratorium sedangkan pemberian pupuk tunggal (urea, ZA, SP-36, dan KCl) diberikan sesuai rekomendasi setempat. Pupuk organik berupa kompos kotoran sapi perah atau kotoran ayam diberikan sebanyak 10 t ha⁻¹. Varietas yang digunakan jenis Warani, dengan jarak tanam 60 cm x 70 cm. Sebelum penanaman terlebih dulu dilakukan penyemaian benih dengan menggunakan bekongan daun pisang, media untuk persemaian adalah campuran tanah dengan pupuk kandang yang sudah matang dengan rasio 1 : 1.

Lahan diolah secara sempurna, supaya pemasukan dan pengeluaran air secara baik, masing-masing petak perlakuan dibuatkan bedengan dengan ukuran lebar 1–1,2 m serta saluran drainase. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh antar perlakuan yang diuji. Pemeliharaan tanaman seperti pengaturan air, dan penyiangan dilakukan menurut kebutuhan. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan berdasarkan konsep pengelolaan hama terpadu (PHT), dimana pengambilan keputusan pengendalian dengan menggunakan insektisida dilakukan apabila berdasarkan pemantauan, tingkat serangan hama dan penyakit berada di atas ambang pengendalian. Data yang diamati meliputi data agronomis yaitu tinggi tanaman, produksi, dan tingkat keuntungan.

Metode analisis yang digunakan, yaitu: (1) analisis teknis agronomis untuk mengevaluasi penerapan teknologi penggunaan pupuk alternatif menggunakan anova (*Analisis of variance*), sedangkan untuk membandingkan antara rata-rata pengamatan setiap variable (tinggi tanaman dan produksi) yang diuji menggunakan uji beda nyata Duncan (Gomez dan Gomez 1984) dan (2) analisis sosial dan ekonomi berupa analisis financial dan R/C Rasio untuk mengetahui tingkat keuntungan usaha tani dengan penerapan pupuk alternatif.

$$\text{R/C ratio} = \frac{\sum \text{Penerimaan}}{\sum \text{Biaya}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik dan kimia tanah lokasi penelitian

Lokasi pengkajian merupakan lahan kering, dengan jenis tanahnya Andosol. Hasil analisis tanah sebelum dilaksanakan pengkajian menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan P (phospat) dan K (kalium) tinggi dan sangat tinggi, sedangkan kandungan unsur hara N-nya sedang (Tabel 1).

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia tanah Desa Alamendah, Kec. Rancabali, Kab. Bandung, MH 2008

Uraian	Nilai*	Status/kriteria
Sifat Fisik		
Pasir (%)	48,2	-
Debu (%)	43,7	-
Liat (%)	7,1	-
Sifat Kimia		
PH-H ₂ O	6,07	Agak masam
KCl	5,47	-
C-Organik (%)	2,44	Sedang
N-total (%)	0,28	Sedang
C/N ratio	8,33	Rendah
P HCl 25%(me 100 g) ⁻¹	356,93	Sangat tinggi
K HCl 25% (me/100 g) ⁻¹	25,15	Sedang
KB (%)	93,33	Sangat tinggi
Ca me 100 g ⁻¹	18,45	Tinggi
Mg me 100 g ⁻¹	3,14	Tinggi
K me 100 g ⁻¹	1,57	Sangat tinggi
Na me 100 g ⁻¹	0,40	Sedang

Keterangan: * = Hasil analisis laboratorium tanah Balitsa

Sesungguhnya kandungan N, P, dan K yang ada di dalam tanah sudah cukup tinggi terutama P dan K, yaitu masing-masing 0,28 mg 100⁻¹ tanah, 356,93 dan 25,15 me 100 g⁻¹ tanah. Dari hara P dan K yang tersedia ini belum tentu semuanya tersedia untuk tanaman karena ada kemungkinan sebagian terfiksasi oleh unsur lain (Fe dan Al). Sedangkan hara N akan cepat hilang akibat dari pencucian. Oleh karena itu, untuk mencukupi unsur hara yang diperlukan tanaman masih diperlukan penambahan melalui pemupukan.

Kandungan unsur hara pupuk Arga Agro A

Hasil analisis pupuk di laboratorium menunjukkan bahwa kandungan unsur hara N, P₂O₅, dan K₂O adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil analisis kandungan unsur hara pupuk Arga Agro A

No.	Unsur Dianalisis	Nilai
1	N (%)	5-6
2	K ₂ O (%)	9-11
3	P ₂ O ₅	4-6
4	CaO (%)	>16
5	MgO (%)	2-4
6	SO ₄ (%)	>5%
7	Zn Sulfat (g kg ⁻¹)	0,32
8	Mn Sulfat (g kg ⁻¹)	0,91
9	Cu Sulfat (g kg ⁻¹)	0,08
10	H ₃ BO ₃	0,69

Sumber data: PT Tiga Arga, Bandung

Pupuk alternatif yang biasa digunakan adalah yang mengandung unsur N, P₂O₅, dan K₂O rata-rata 10% (Puslittanak 1999). Dengan demikian pupuk Arga Argo A. Yang digunakan sudah mendekati kriteria persyaratan apalagi kandungan K₂O, tetapi dalam aplikasi pengembangannya masih harus dikaji lagi.

Uji efektivitas pupuk Arga Agro A

Untuk mengetahui pengaruh pupuk Arga Agro terhadap perkembangan pertumbuhan tanaman tomat, pengamatan yang dilakukan adalah terhadap lebar tajuk pada umur 45 hst dan produksi yang dihasilkan. Tabel 3 memperlihatkan tidak terdapat perbedaan lebar tajuk pada setiap perlakuan. Untuk produksi yang dihasilkan terdapat perbedaan antara perlakuan D dengan perlakuan B, namun perlakuan A tidak berbeda dengan perlakuan B dan perlakuan C. Perlakuan D tidak berbeda dengan perlakuan A dan perlakuan C.

Hasil produksi tomat pada perlakuan A (takaran setempat/kebiasaan petani) yaitu pemberian urea 300 kg ha⁻¹, ZA 300 kg ha⁻¹, SP-36 400 kg ha⁻¹, dan KCl 400 kg ha⁻¹, menunjukkan hasil sebanyak 26,23 t ha⁻¹. Dari ketiga perlakuan pemberian pupuk Arga Agro A yang dikaji (perlakuan B takaran 200 kg ha⁻¹, perlakuan C takaran 400 kg ha⁻¹, dan perlakuan D takaran 600 kg ha⁻¹), ternyata perlakuan B dengan takaran 200 kg ha⁻¹ belum mampu meningkatkan produksi, hasil dapat meningkat yaitu mulai dari takaran 400 kg ha⁻¹ yaitu pada perlakuan C dengan peningkatan sebesar 7,51%, produksi paling tinggi diperoleh dari perlakuan D yaitu 31,52 t ha⁻¹, dengan takaran pemberian pupuk Arga Agro A sebanyak 600 kg ha⁻¹, untuk lebih jelasnya peningkatan produksi pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk Arga Agro A terhadap lebar tajuk dan produksi tomat di Desa Alamendah, Kec. Rancabali, Kab. Bandung, MH 2008

Perlakuan	Lebar tajuk umur 45 HST	Hasil t ha ⁻¹
	cm	
A	53,03 a*	26,23 ab
B	55,33 a	24,30 a
C	58,33 a	28,20 ab
D	56,67 a	31,52 b

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT

Dengan melihat hasil pengkajian, maka untuk memperoleh rekomendasi penggunaan pupuk yang lebih tepat, diperlukan penelitian lebih lanjut khususnya pada lahan yang belum terakumulasi pupuk an-organik dengan komoditas lain. Hal ini disebabkan karena pada lahan yang digunakan untuk pengkajian saat ini masih terakumulasi residu dari pupuk yang digunakan pada musim sebelumnya.

Analisis finansial

Analisis anggaran parsial (*partial budget analysis*) merupakan analisis finansial yang paling sederhana dalam evaluasi kelayakan suatu teknologi usaha tani. Indikator untuk melihat tingkat keuntungan adalah nilai R/C ratio, yang mana besarnya R/C ratio mencerminkan tingkat keuntungan suatu usaha tani atau R/C ratio dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengukur kelayakan usaha yang dijalankan serta merupakan perbandingan antara benefit/keuntungan bersih dengan seluruh biaya yang dikeluarkan dalam suatu proses produksi. Dimana nilai R/C ratio > 1 dikatakan layak dan bila nilai R/C ratio < 1 tidak layak.

Analisis finansial pada beberapa perlakuan takaran pemupukan Arga Agro yang dilakukan selama satu musim tanam, ternyata perlakuan yang paling menguntungkan diperoleh melalui penerapan takaran Arga Agro 600 kg/ha (D) dengan nilai R/C ratio 1,94 dengan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 38.150.000,- jika dibandingkan dengan pemupukan rekomendasi setempat (A) keuntungan yang diperoleh perlakuan D lebih besar 54,92%, dimana perlakuan A hanya memperoleh keuntungan sebesar Rp. 24.625.000,- atau nilai R/C ratio sebesar 1,60.

Tabel 4. Analisis finansial berbagai perlakuan pengujian efektivitas pupuk majemuk Arga Agro A terhadap tanaman tomat per hektar di Desa Alamendah, Kec. Rancabali, Kab. Bandung, 2008

Perlakuan	Biaya (Rp)	Produksi (kg)	Penerimaan (Rp)	Laba (Rp)	R/C
A	40.950.000	26.230	65.575.000	24.625.000	1,60
B	39.050.000	24.300	60.750.000	21.700.000	1,56
C	39.850.000	28.200	70.500.000	30.650.000	1,77
D	40.650.000	31.520	78.800.000	38.150.000	1,94

KESIMPULAN

1. Penggunaan pupuk majemuk Arga Agro A dengan takaran 400 kg/ha dan 600 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan produksi sebesar 7,51% dan 20,17% dibandingkan perlakuan yang biasa dilakukan petani, dengan produksi masing-masing sebesar 28,20 t ha⁻¹ dan 31,52 t ha⁻¹.
2. Berdasarkan analisis ekonomi, penggunaan Arga Agro A dengan takaran 600 kg/ha merupakan perlakuan paling menguntungkan, karena mempunyai nilai R/C ratio paling tinggi (1,94) dengan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 38.150.000 ha⁻¹.
3. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik harus dilakukan lagi penelitian pada berbagai musim, komoditas dan jenis tanah serta pada tanah yang belum terakumulasi pupuk anorganik maupun organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W. 1999. Pola Pertumbuhan Produksi Beberapa Jenis Sayuran di Indonesia. *Jurnal Hortikultura* 9 (2) : 258 - 265
- Balai Penelitian Tanah. 2007. Teknologi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Konservasi Tanah di Desa Paleran Kecamatan Umbulsari Kabupaten Jember. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1999. Pedoman Umum Penerapan Pupuk Alternatif untuk Subsektor Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez, 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Second Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Puslittanak. 1999. Uji mutu dan efektivitas pupuk alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 21(6).
- Roslani, R., Y. Hilman, dan N. Sumarni, 2006. Pemupukan fosfat alam, pupuk kandang domba, dan inokulasi cendawan Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun pada Tanah Masam. *J. Hort.* 16(1) : 21-30, 2006 : 21 - 30

AKTIVITAS FOSFATASE DAN KANDUNGAN P ANDISOLS SERTA HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS YANG DIPENGARUHI BAKTERI PELARUT FOSFAT

Betty N. Fitriatin¹⁾, Dedeh H. Arief²⁾, Tualar Simarmata¹⁾, Dwi Andreas Santosa²⁾ dan Benny Joy¹⁾

¹⁾Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan Fakultas Pertanian,

²⁾Departemen Sumber daya Lahan Institut Pertanian Bogor.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat bakteri pelarut fosfat yang unggul dalam menghasilkan fosfatase dan pelarutan P serta mengetahui kemampuan isolat unggul dalam meningkatkan ketersediaan P dan mineralisasi P Andisols asal Lembang serta pengaruhnya terhadap tanaman jagung manis.

Hasil eksplorasi dan seleksi telah menjaring tiga isolat unggul dalam melarutkan P dan hidrolisis P organik yaitu *Bacillus mycoides* (rizosfir Paku rane/*Gleichenia linearis*), *B. laterosporus* (rizosfir Kironyok/*Lithocarpus sundaicus*), dan *Flavobacterium balustinum* (rizosfir Rasamala/*Altingia excelsa*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi bakteri pelarut fosfat penghasil fosfatase unggul ini dapat meningkatkan ketersediaan P dan mineralisasi P organik tanah yang diindikasikan dengan penurunan P organik tanah Andisols. Inokulasi bakteri pelarut P penghasil fosfatase dapat mengurangi takaran optimum pupuk P untuk tanaman jagung manis pada Andisols. Inokulasi *Bacillus mycoides* dapat menurunkan takaran optimum pupuk P sampai 14,6% dengan peningkatan hasil tanaman jagung manis mencapai 15,3%. Inokulasi *B. laterosporus* menurunkan takaran optimum pupuk P sebesar 5,2% dengan peningkatan hasil tanaman mencapai 5,3%.

PENDAHULUAN

Fosfor pada tanah-tanah tropis banyak ditemukan dalam bentuk organik. Bentuk P organik sangat beragam, kompleks, dan sebagian besar tidak dapat dikarakterisasi. Menurut Sarapatka (2003), rata-rata kandungan P organik di dalam tanah berkisar antara 5-50% dari total P. Hasil penelitian Borie dan Rubio (2003) melaporkan bahwa persentase P organik terhadap P total pada tanah Andisols di Chili berkisar antara 50 sampai 65%. Kandungan P organik tanah yang cukup tinggi tersebut merupakan sumber ketersediaan P yang potensial bagi tanaman, namun P dalam bentuk organik ini tidak dapat segera digunakan oleh tanaman, tetapi perlu ditransformasi terlebih dahulu menjadi bentuk P

anorganik melalui proses mineralisasi yang dikatalisis oleh enzim tanah (Sylvia *et al* 2005).

Enzim tanah yang berperan dalam proses mineralisasi senyawa P organik menjadi P anorganik yaitu kelompok enzim yang dikenal dengan nama fosfatase (Zahir *et al* 2001 dan Sarapatka, 2003). Enzim fosfatase ini dapat dihasilkan oleh mikroba tanah dan akar tanaman (Cookson 2002). Enzim fosfatase termasuk dalam kelompok enzim hidrolase yaitu enzim yang dapat menghidrolisis senyawa fosfor organik (*phosphoric ester hydrolysis*) menjadi senyawa fosfor anorganik (Sarapatka 2003 Yadav dan Tarafdar 2003). Hasil hidrolisis ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan P anorganik mikroba dan dapat menyumbang P anorganik ke dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Richardson *et al* 2005).

Terdapat kelompok mikroba di dalam tanah yang mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia. Mikroba pelarut fosfat mensekresikan sejumlah asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat, dan suksinat yang mampu membentuk khelat dengan kation-kation seperti Al dan Fe pada tanah masam sehingga berpengaruh terhadap pelarutan fosfat yang efektif sehingga P menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Rao 1994).

Mikroba pelarut fosfat juga memiliki kemampuan dalam mensekresikan enzim fosfatase yang berperan dalam proses mineralisasi P organik menjadi P anorganik. Bakteri pelarut fosfat (BPF) antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium*. Beberapa kelompok fungi juga berperan aktif dalam melarutkan fosfat dalam tanah antara lain *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp (Rao 1994 dan Kucey 1993).

Andisols merupakan tanah yang memiliki potensi penting sebagai media pertumbuhan tanaman karena memiliki kandungan bahan organik yang tinggi (Tan 2008). Namun Andisols memiliki kendala diantaranya yaitu pH tanah yang masam serta ketersediaan P yang rendah. Rendahnya ketersediaan P ini disebabkan oleh terikatnya unsur P secara kuat pada koloid tanah serta adanya retensi P yang tinggi yaitu > 80%. Retensi P merupakan masalah, terutama pada tanah kering masam dengan tekstur liat yang mengandung banyak oksida Al dan Fe (Tan 2008). Tingginya retensi P ini mengakibatkan penggunaan pupuk P menjadi tidak efisien. Untuk mengatasi permasalahan P pada Andisols, diperlukan penanganan secara berkelanjutan melalui pemanfaatan mikroba tanah yang berperan dalam transformasi P.

Berdasarkan keutamaan pentingnya mikroba dalam transformasi P di dalam tanah maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji bakteri pelarut fosfat penghasil fosfatase, guna meningkatkan ketersediaan P tanah melalui

mineralisasi P organik. Penelitian dilaksanakan dengan maksud untuk mendapatkan isolat BPF penghasil enzim fosfatase yang unggul, dan untuk mengetahui peranan isolat BPF penghasil fosfatase dalam meningkatkan ketersediaan P dan mineralisasi P organik tanah serta hasil tanaman jagung manis pada Andisols asal Lembang.

METODE PENELITIAN

Penelitian terdiri atas dua bagian yang diawali dengan satu penelitian pendahuluan dan dilanjutkan dengan satu penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi eksplorasi dan seleksi BPF penghasil fosfatase yang diisolasi dari Hutan Gunung Sanggabuana. Dilanjutkan dengan penelitian utama yaitu pengujian BPF dalam mempengaruhi kandungan P melalui mineralisasi P organik tanah serta pengaruhnya terhadap tanaman jagung manis pada Andisols asal Lembang.

Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian, Laboratorium *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB) di Situgede Bogor, dan Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA UNPAD. Penelitian rumah kaca dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor.

I. Eksplorasi dan seleksi isolat bakteri pelarut fosfat penghasil fosfatase

Isolat BPF diisolasi dari daerah perakaran tanaman di kawasan Hutan G. Sanggabuana yang meliputi tujuh lokasi pengambilan sampel yaitu Cibeureum, Gerbang Batu Datar, Gombong, Simpang Pamoyanan, Kiara, Simpang Jatilihur I, dan Simpang Jatilihur II.

Medium isolasi yang digunakan adalah medium padat Pikovskaya dan medium selektif fosfatase (Kerovuo *et al* 1998). Pengujian secara kualitatif isolat penghasil fosfatase juga dilakukan dengan menggunakan bakteri indikator *Corynebacterium* sp. (diperoleh dari Laboratorium ICBB) melalui metode *double layer* (Chen 1998). Isolasi dari tujuh lokasi sumber isolat menghasilkan 57 isolat yang diseleksi kembali berdasarkan aktivitas fosfatase dan P terlarut dalam medium cair fosfatase.

II. Pengujian pengaruh BPF terhadap kandungan P dan hasil tanaman jagung manis pada Andisols

Percobaan dilaksanakan di Rumah Plastik Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor (752 m dpl). Rancangan percobaan yang digunakan pada tahap percobaan ini yaitu rancangan acak kelompok pola faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan pada percobaan ini terdiri atas dua faktor, yaitu: faktor

pertama adalah isolat hasil seleksi (I) terdiri atas empat taraf. Faktor kedua adalah takaran pupuk P (D) yang terdiri atas empat taraf, yaitu:

Faktor I : Isolat

i_0 = tanpa isolat

i_1 = isolat 1 (*Bacillus mycoides*)

i_2 = isolat 2 (*Bacillus laterosporus*)

i_3 = isolat 3 (*Flavobacterium balustinum*)

Faktor II : Pupuk P

d_0 = 0 kg P ha⁻¹

d_1 = 75 kg P ha⁻¹ (takaran 50 % rekomendasi)

d_2 = 112,5 kg P ha⁻¹ (takaran 75 % rekomendasi)

d_3 = 150 kg P ha⁻¹ (takaran 100 % rekomendasi)

Variabel tanggaps yang ditetapkan pada 2,4, 6, dan 8 MST meliputi :

- Aktivitas FME-ase ($\mu\text{g NP g}^{-1}\text{jam}^{-1}$; metode Margesin, 1996),
- Kandungan P tersedia tanah (mg kg^{-1} ; metode Bray I),
- Kandungan P organik total (mg kg^{-1} ; metode Illmer, 1996),
- Hasil tanaman jagung (g) yang diamati pada fase generatif akhir.

Data hasil pengamatan pada percobaan ini dianalisis dengan sidik ragam univariat (ANOVA) pada taraf $\alpha_{0.05}$ untuk mengetahui apakah perlakuan memberikan efek interaksi bermakna terhadap setiap variabel tanggaps yang diamati. Apabila efek perlakuan tersebut bermakna, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda duncan 5% dengan Statistica Versi 07.

HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Eksplorasi dan Seleksi Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Fosfatase

Eksplorasi dilakukan pada tujuh lokasi di areal G. Sanggabuana dan diperoleh sampel tanah daerah perakaran tanaman hutan. Setelah dilakukan seleksi pada medium padat Pikovskaya dan medium selektif fosfatase (Kerovuo *et al.*, 1998) serta seleksi pada medium fosfatase yang diberi bakteri indikator (Chen, 1998), maka diperoleh 57 isolat yang diuji aktivitas fosfatase dan P terlarut pada medium cair.

Berdasarkan diameter zone bening yang dibentuk maka secara umum indeks pelarutan fosfat berkisar antara 2 hingga 3,5. Menurut Sitepu *et al.* (2007), kemampuan isolat melarutkan fosfat ditunjukkan dengan besarnya indeks pelarutan fosfat. Dijelaskan lebih lanjut dalam penelitiannya bahwa isolat yang memiliki indeks pelarutan fosfat lebih besar dari dua merupakan indikasi secara kualitatif, bahwa isolat tersebut dapat melarutkan fosfat dan dapat diuji secara kuantitatif pada medium cair.

Hasil analisis kelompok (*cluster analysis*) terhadap 57 isolat berdasarkan aktivitas fosfatase dan P terlarutnya diperoleh sepuluh isolat terpilih yang secara konsisten memiliki aktivitas fosfatase dan P terlarut yang lebih tinggi. Hasil identifikasi terhadap isolat bakteri penghasil fosfatase terpilih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil identifikasi 10 bakteri penghasil fosfatase terpilih

Kode isolat	Hasil identifikasi	Sumber isolat (daerah perakaran)	Lokasi
36	<i>Bacillus megaterium</i>	Manggu (<i>Garcinia mangostana</i>)	Simpang Jatiluhur I
10	<i>Bacillus laterosporus</i>	Kironyok (<i>Lithocarpus sundaicus</i>)	Gombong
30	<i>Peusedomonas pseudoalcaligenes</i>	Huru hiris (<i>Litsea chrysocoma</i>)	Simpang Jatiluhur I
23	<i>Micrococcus luteus</i>	Pakis (<i>Cycas rumphii</i>)	Kiara
28	<i>Staphylococcus chromogenes</i>	Huru batu (<i>Litsea javanica</i>)	Simpang Jatiluhur I
38	<i>Bacillus mycoides</i>	Paku rane (<i>Gleichenia linearis</i>)	Simpang Jatiluhur I
21	<i>Bacillus pantothenicus</i>	Ki lemo (<i>Litsea cubeba</i>)	Simpang pamoyanan
46	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	Kironyok (<i>Lithocarpus sundaicus</i>)	Simpang Jatiluhur II
15	<i>Bacillus macerans</i>	Ki lemo (<i>Litsea cubeba</i>)	Gombong
4	<i>Flavobacterium balustinum</i>	Rasamala (<i>Altingia excelsa</i>)	Cibeureum

Sepuluh isolat hasil seleksi ini diuji kembali berdasarkan kemampuan menghidrolisis P organik dalam medium yang mengandung sumber P organik yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis kelompok terhadap 10 isolat yang diuji daya hidrolisisnya terhadap substrat P organik sintesis dan alami, maka diperoleh tiga isolat unggul yaitu *Bacillus mycoides*, *B. laterosporus*, dan *Flavobacterium balustinum*

II. Pengujian pengaruh BPF terhadap kandungan P dan hasil tanaman jagung manis pada Andisols

Aktivitas fosfatase tanah

Hasil percobaan menunjukkan bahwa inokulasi BPF penghasil fosfatase pada takaran pupuk P yang berbeda mempengaruhi aktivitas fosfatase Andisols secara signifikan (Tabel 2). Pengamatan aktivitas fosfatase pada 2 MST menunjukkan bahwa pemberian pupuk P takaran 75 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi bakteri *B. mycoides* meningkatkan aktivitas fosfatase tanah hingga 63%, dan dapat mencapai hingga 68% pada pengamatan 6 MST. Penambahan

takaran pupuk P dari 75 sampai dengan 112,5 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi *B. mycoides* dapat meningkatkan P tersedia tanah, namun pada takaran 150 kg P ha⁻¹ terjadi penurunan P tersedia tanah.

Tabel 2. Pengaruh inokulasi BPF dan pupuk P terhadap aktivitas fosfatase Andisols

		Pupuk P (kg P/ha)				
Waktu	Isolat	0	75	112.5	150	
fosfatase ($\mu\text{g pNP g}^{-1} \text{jam}^{-1}$)						
2 MST	Tanpa	0,67 a*	1,73 a	5,15 b	2,15 a	
		A	B	C	AB	
	<i>B. mycoides</i>	1,52 b	4,11 b	4,57 ab	1,87 a	
		A	A	B	B	
	<i>B. laterosporus</i>	2,17 b	4,33 b	3,42 a	4,04 b	
		A	B	B	B	
	<i>F. balustinum</i>	4,49 c	4,77 b	4,53 ab	5,99 c	
		A	B	A	A	
	4 MST	Tanpa	1,37 a	5,21 a	3,91 a	4,40 a
			A	B	B	B
<i>B. mycoides</i>		6,22 c	7,35 b	6,61 b	4,57 a	
		B	B	B	A	
<i>B. laterosporus</i>		6,12 c	6,98 b	7,40 b	8,06 b	
		A	AB	AB	B	
<i>F. balustinum</i>		4,32 b	6,01 ab	6,43 b	8,26 b	
		A	B	B	C	
6 MST		Tanpa	3,45 a	7,50 a	7,07 a	3,22 a
			A	B	B	A
	<i>B. mycoides</i>	4,43 a	14,58 b	19,24 c	6,96 b	
		A	C	D	B	
	<i>B. laterosporus</i>	7,66 b	8,60 a	10,06 b	8,48 b	
		A	A	A	A	
	<i>F. balustinum</i>	3,38 a	7,20 a	7,68 a	15,23 c	
		A	B	B	C	
	8 MST	Tanpa	9,04 a	9,93 a	16,51 a	11,08 ab
			A	A	B	A
<i>B. mycoides</i>		8,69 a	5,66 a	16,96 a	8,67 a	
		A	A	B	A	
<i>B. laterosporus</i>		7,60 a	7,12 a	15,97 a	13,41 b	
		A	A	B	B	
<i>F. balustinum</i>		9,86 a	16,81 b	15,99 a	10,61 ab	
		A	B	B	A	

* Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Aplikasi pupuk P takaran 150 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi *F. balustinum* meningkatkan P tersedia tanah sebesar 48% pada pengamatan 4 MST dan dapat mencapai lebih dari 100% pada pengamatan 6 MST. Hasil

percobaan pada tahap ini menunjukkan bahwa aktivitas fosfatase sangat dipengaruhi oleh keberadaan P di dalam tanah. Terdapat korelasi yang signifikan antara aktivitas fosfatase tanah dengan P tersedia ($r = 0,56$; $P < 0,01$) dan dengan kandungan P potensial tanah ($r = 0,63$; $P < 0,01$).

Sarapatka *et al* (2004) menyatakan bahwa konsentrasi P sangat berpengaruh terhadap aktivitas fosfatase. Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa peningkatan konsentrasi P (dari 30 mg sampai 100 mg P_2O_5 l^{-1} medium) dapat menurunkan aktivitas fosfatase asam dari 168,3 menjadi 142,5 mmol p-NP kg^{-1} jam^{-1} pada tanaman *Hordeum sativum*. Hasil penelitian Fitriatin *et al*, 2008 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi KH_2PO_4 dari 10 sampai 30 mg l^{-1} menurunkan aktivitas fosfatase *Pseudomonas mallei* secara in vitro dari 2,52 menjadi 0,64 μg pNP $ml^{-1} jam^{-1}$.

Kandungan P tersedia Tanah

Inokulasi *B. mycoides*, *B. Laterosporus*, dan *F. balustinum* tidak memberikan efek peningkatan yang signifikan terhadap kandungan P tersedia tanah pada 2 MST (Tabel 3). Namun pada pengamatan 4 dan 6 MST menunjukkan bahwa inokulasi BPF dan pemberian pupuk P dengan takaran yang berbeda meningkatkan kandungan P tersedia tanah.

Pemberian pupuk P dengan takaran 75 $kg P ha^{-1}$ mampu meningkatkan P tersedia tanah sebesar 51% pada 2 MST. Namun demikian seiring waktu pengamatan (4, 6, dan 8 MST), peningkatan takaran pupuk P sampai dengan 150 $kg P ha^{-1}$ tidak memberikan pengaruh yang bermakna untuk peningkatan kandungan P tersedia tanah.

Kondisi tanah Andisols asal Lembang yang memiliki retensi tinggi > 60% diduga menyebabkan pengaruh pemberian pupuk P yang tinggi tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Apabila pupuk fosfat diberikan ke dalam tanah dan kemudian terlarut dalam air, atau pupuk itu diberikan dalam bentuk cairan, akan terjadi reaksi diantara fosfat, unsur tanah, dan senyawa pupuk non fosfat yang akan melepaskan P dari fase larutan dan mengubah fosfat menjadi kurang larut

Tabel 3. Pengaruh inokulasi BPF dan pupuk P terhadap P-tersedia Andisols

		Pupuk P (kg P ha ⁻¹)				
Waktu	Isolat	0	75	112.5	150	Rata-rata
P-tersedia (mg kg ⁻¹)						
2 MST	Tanpa	3,33	8,33	10,33	8,33	7,58 a
	<i>B. mycoides</i>	6,00	13,67	12,67	9,00	10,33 a
	<i>B. laterosporus</i>	6,00	13,33	10,00	12,67	10,50 a
	<i>F. balustinum</i>	8,67	14,33	10,00	11,00	11,00 a
Rata-rata		6,00 A	12,42 B	10,75 B	10,25 B	

4 MST	Tanpa	5,50 ab*	8,67 a	8,67 b	8,00 a	
		A	B	B	AB	
	<i>B. mycoides</i>	7,00 b	7,33 a	4,67 a	11,33 b	
		A	A	A	B	
	<i>B. laterosporus</i>	2,33 a	9,33 a	8,67 b	8,00 a	
		A	B	B	B	
	<i>F. balustinum</i>	9,00 c	9,33 a	8,00 b	7,00 a	
		A	A	A	A	
6 MST	Tanpa	2,50 a	4,00 a	5,00 b	3,33 ab	
		A	AB	B	AB	
	<i>B. mycoides</i>	4,50 b	4,00 a	5,33 b	3,00 a	
		AB	AB	B	A	
	<i>B. laterosporus</i>	4,00 ab	5,00 a	5,00 b	3,67 ab	
		A	A	A	A	
	<i>F. balustinum</i>	4,00 ab	4,67 a	3,33 a	5,00 b	
		A	A	A	A	
8 MST	Tanpa	2,33	3,00	4,00	4,33	3,42 a
	<i>B. mycoides</i>	3,67	4,00	5,33	4,33	4,33 ab
	<i>B. laterosporus</i>	4,00	3,00	3,67	3,33	3,50 a
	<i>F. balustinum</i>	5,67	6,33	4,33	5,00	5,33 b
	Rata-rata	3,92 A	4,08 A	4,33 A	4,25 A	

* Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Kandungan P-organik tanah

Efek interaksi antara isolat BPF dengan pupuk P terhadap kandungan P organik tanah teruji signifikan pada 4 MST. Inokulasi *B. mycoides*, *B. Laterosporus*, dan *F. balustinum* menurunkan kandungan P organik tanah sedangkan aplikasi pupuk P meningkatkan P organik tanah secara signifikan pada 2 dan 6 (Tabel 4). Penurunan kandungan P organik yang diakibatkan oleh adanya inokulasi bakteri penghasil fosfatase ini mengindikasikan telah berlangsungnya mineralisasi P organik. Penelitian Molla *et al.* (1984) menjelaskan bahwa mineralisasi P organik lebih tinggi 28,66% pada tanah yang tidak steril dibandingkan tanah steril pada semua periode inkubasi.

Tabel 4. Pengaruh inokulasi bakteri penghasil fosfatase dan pupuk P terhadap P organik total tanah

		Pupuk P (kg P ha ⁻¹)				
Waktu	Isolat	0	75	112.5	150	Rata-rata
<i>P-organik total (mg kg⁻¹)</i>						
2 MST	Tanpa	7,25	6,75	9,00	8,00	7,75 b
	<i>B. mycoides</i>	6,50	7,00	7,75	6,50	6,94 a
	<i>B. laterosporus</i>	5,75	6,75	7,75	7,25	6,88 a
	<i>F. balustinum</i>	5,50	7,25	7,00	6,00	6,44 a
	Rata-rata	6,25 A	6,94 B	7,88 C	6,94 B	
4 MST	Tanpa	6,17 a* AB	5,67 a A	7,17 b B	6,00 b AB	
	<i>B. mycoides</i>	5,83 a A	5,33 a A	5,67 a A	5,83 b A	
	<i>B. laterosporus</i>	5,50 a B	5,00 a B	4,50 a B	3,00 a A	
	<i>F. balustinum</i>	5,17 a A	5,50 a A	5,33 a A	5,50 b A	
	Rata-rata	5,27 A	5,08 B	5,63 C	4,58 A	
6 MST	Tanpa	2,50	3,33	3,50	2,67	3,00 b
	<i>B. mycoides</i>	1,67	2,67	3,00	1,33	2,17 a
	<i>B. laterosporus</i>	2,00	2,00	3,00	2,17	2,29 a
	<i>F. balustinum</i>	1,50	2,33	3,00	2,17	2,25 a
	Rata-rata	1,92 A	2,58 BC	3,13 C	2,08 AB	
8 MST	Tanpa	2,00	2,50	3,17	2,50	2,54 b
	<i>B. mycoides</i>	2,17	2,17	2,50	1,33	2,04 ab
	<i>B. laterosporus</i>	2,00	2,33	2,67	1,67	2,17 ab
	<i>F. balustinum</i>	1,500	1,33	2,17	1,33	1,58 a
	Rata-rata	1,92 A	2,08 AB	2,63 B	1,71 A	

* Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk P meningkatkan P organik tanah. Pengamatan pada minggu ke dua dapat diketahui bahwa pemberian pupuk P takaran 75 kg P ha⁻¹ menaikkan P organik sebesar 9,92%. Peningkatan takaran pupuk P sampai 112,5 kg P ha⁻¹ meningkatkan kandungan P organik sebesar 20,63%. Sarapatka (2003) menjelaskan bahwa ketika P anorganik (dalam bentuk pupuk, residu komponen tanaman dan hewan) diaplikasikan ke tanah, sebagian besar P ditransformasikan dalam bentuk organik sebagai hasil dari aktivitas secara mikrobial.

Hasil tanaman jagung manis

Efek interaksi antara BPF dengan pupuk P terhadap hasil tanaman jagung manis teruji signifikan. Inokulasi BPF yang disertai aplikasi pupuk P

meningkatkan secara signifikan hasil tanaman jagung manis pada Andisols (Tabel 5). Aplikasi pupuk P sebesar 75 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi *B. mycoides* meningkatkan hasil tanaman jagung manis sampai 30%. Namun penambahan takaran pupuk menjadi 112,5 kg P ha⁻¹ tidak memberikan efek yang nyata dengan takaran 75 kg P ha⁻¹, bahkan hasil tanaman lebih rendah pada takaran pupuk 150 kg P ha⁻¹.

Tabel 5. Pengaruh inokulasi BPF dan pupuk P terhadap hasil tanaman jagung manis

Isolat	Pupuk P (kg P ha ⁻¹)			
	0	75	112.5	150
<i>hasil tanaman tanpa kelobot (g pot⁻¹)</i>				
Tanpa	96,67 a*	140,00 a	130,00 a	133,33 a
	A	B	B	B
<i>B. mycoides</i>	110,00 a	156,67 ab	165,00 b	136,67 a
	A	C	C	B
<i>B. laterosporus</i>	103,33 a	161,67 b	120,00 a	145,00 a
	A	D	B	C
<i>F. balustinum</i>	108,33 a	151,67 ab	130,00 a	145,00 a
	A	C	B	C

* Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Aplikasi pupuk P dengan takaran 75 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi *B. laterosporus* dapat meningkatkan hasil tanaman jagung manis sebesar 36%. Penambahan takaran pupuk P lebih dari 75 kg P ha⁻¹ pada tanah yang diinokulasi *B. laterosporus* tidak meningkatkan hasil tanaman, bahkan terjadi penurunan hasil tanaman sebesar 26% pada takaran pupuk P sebesar 112,5 kg P ha⁻¹.

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa adanya P yang tinggi akan menghambat proses yang melibatkan bakteri dalam transformasi P. Hal ini didukung oleh penelitian Lambers *et al* (2006) yang menjelaskan bahwa aktivitas bakteri dalam transformasi P meningkat pada kondisi defisiensi P.

Inokulasi BPF terutama *B. mycoides* dan *B. laterosporus* dalam percobaan ini dapat mengurangi takaran optimum pupuk P untuk tanaman jagung manis pada Andisols asal Lembang. Dengan adanya inokulasi BPF yang unggul ini terutama *B. mycoides* dan *B. laterosporus* mampu menurunkan takaran optimum pupuk P untuk mencapai hasil yang lebih tinggi. Inokulasi *B. mycoides* dapat menurunkan takaran optimum pupuk sampai 14,6% dengan peningkatan hasil tanaman mencapai 15,3%. Sementara inokulasi *B. laterosporus* dapat menurunkan takaran optimum pupuk P sampai 5,2% dengan peningkatan hasil tanaman mencapai 5,3% (Tabel 6).

Tabel 6. Takaran optimum P yang dipengaruhi oleh bakteri penghasil fosfatase

	Takaran P (X optimum)	Bobot tongkol tanpa kelobot (Y maksimum)
	kg P ha ⁻¹	g pot ⁻¹
Tanpa isolat	105,40	137,71
<i>B. mycoides</i>	90,03	162,57
<i>B. laterosporus</i>	99,87	145,44
<i>F. balustinum</i>	109,27	144,27

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil isolasi dan seleksi bakteri pelarut fosfat dari berbagai rizosfir tanaman di kawasan Sanggabuana terjaring tiga isolat unggul dalam melarutkan fosfat dan menghasilkan fosfatase yaitu *Bacillus mycoides* (rizosfir Paku rane/*Gleichenia linearis*), *B. laterosporus* (rizosfir Kironyok/*Lithocarpus sundaicus*), dan *Flavobacterium balustinum* (rizosfir Rasamala/*Altingia excelsa*).
2. Inokulasi bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P tanah dan mineralisasi P organik tanah yang diindikasikan dengan penurunan P organik tanah.
3. Inokulasi *Bacillus mycoides* dan *B. laterosporus* dapat mengurangi takaran optimum pupuk P untuk tanaman jagung manis pada Andisols. Inokulasi *Bacillus mycoides* dapat menurunkan takaran optimum pupuk P sampai 14,6% dengan peningkatan hasil tanaman jagung manis mencapai 15,3%. Inokulasi *B. laterosporus* menurunkan takaran optimum pupuk P sebesar 5,2% dengan peningkatan hasil tanaman mencapai 5,3%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tim dari ICBB yang telah membantu dalam eksplorasi di hutan Gunung Sanggabuana. Ucapan terima kasih kepada saudara Fitri Kurniati, SP dan Firkah Al Absori, SP., atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Borie, F. and R. Rubio. 2003. Total and organic phosphorus in Chilean volcanic soils. *Gayana Bot.* 60: 69–78.
- Chen, J.C. 1998. Novel screening method for extracellular phytase-producing microorganisms. *Biotech. Tech.* 12: 759-761.
- Cookson, P. 2002. Variation in phosphatase activity in soil : A case study. *Agric. Sci.* 7: 65-72.
- Fitriatin, B.N., B. Joy, and T. Subroto, 2008. The Influence of organic phosphorous substrate on phosphatase activity of soil microbes. *International Seminar of Chemistry.* 30-31 October 2008, Indonesia.
- Kerovuo, J., M. Lauraeus, P. Nurminen, N. Kalkkinen, and J. Apajalahti. 1998. Isolation, characterization, molecular gene cloning, and sequencing of novel phytase from *Bacillus subtilis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 2.079-2.085.
- Kucey, R.M.N. 1983. Phosphate-solubilizing Bacteria and Fungi in various cultivated and Virgin Alberta Soils. *Can. J. Soil Sci.* 63: 671-678.
- Lambers, H., M.W. Shane, M. Cramer, S.J. Pearse, and E.J. Veneklaas. 2006. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits. *Annals Botany* 98: 693-713.
- Margesin, R. 1996. Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate. p. 213-217. *In*: F. Schinner, R. Ohlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (ed.). *Methods in Soil Biology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Molla, M.A.Z., A. Chowdhury, A. Islam, and S. Hoque. 1984. Microbial mineralization of organic phosphate in soil. *Plant Soil* 78: 393-399.
- Rao, Subba. 1994. *Soil Microorganisms and Plant Growth*. Terjemahan. Penerbit Universitas Indonesia
- Richardson, A.E., T.S. George, I. Jakobsen and R.J. Simpson. 2005. Plant access to inositol phosphates in soil *In*: Turner, B., Richardson, A.E., and E.J. Mullaney. (ed.). *Inositol Phosphate in the Soil-Plant-Animal System: Linking Agriculture and Environment*. 21st – 24th August 2005. Sun Valley, Idaho, USA. http://striweb.si.edu/inositol_conference [Diakses: 5 Maret 2006].
- Sarapatka. 2003. Phosphatase activities (ACP, ALP) in agroecosystem soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. diss-epsilon.slu.se/archive/00000286/01/Agraria_396_Docutech_Tryckfil [Diakses 15 Desember 2005]

- Sarapatka, B., Dudova, and M. Krskova. 2004. Effect of pH and phosphate supply on acid phosphatase activity in cereal roots. *Biologia*, Bratislava 59: 127-131.
- Sitepu, I.R., Y. Hashidoko, E. Santoso, and S. Tahara. 2007. Potent phosphate solubilizing bacteria isolated from dipterocarps grown in peat swamp forest in Central Kalimantan and their possible utilization for biorehabilitation of degraded peatland. www.geog.le.ac.uk/carbopeat/media/pdf/yogyapapers/p17 [Diakses 5 Januari 2009].
- Sylvia, D., P. Hartel, J. Fuhrmann, and D. Zuberer. 2005. Principles and applications of soil microbiology. Second Edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Tan, K.H. 2008. Soils in the Humid Tropics and Monsoon Region of Indonesia. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton. London New York.
- Yadav R.S. and J.C. Tarafdar. 2003. Phytase and phosphatase producing fungi in arid and semi-arid soils and their efficiency in hydrolyzing different organic P compounds. *Soil Biol. Biochem.* 35: 1-7.
- Zahir, A.Z. A.R.M. Malik, and M. Arshad. 2001. Soil enzymes research: A Review. *J. Biol. Sci.* 1: 299-301.

RESIDU PESTISIDA DI LAHAN SAYURAN DATARAN TINGGI DIENG

Poniman, Indratin, dan M.T. Sutriadi

Peneliti Badan Litbang Pertanian Pada Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

ABSTRAK

Penggunaan pestisida pada budi daya tanaman sayuran hampir tidak mungkin ditiadakan dan penggunaannya cenderung terus meningkat. Penelitian untuk mengetahui tingkat aplikasi pestisida, residu organoklorin dan organofosfat pada air dan sayuran telah dilaksanakan di sentra produksi sayuran dataran tinggi Dieng. Penelitian dilaksanakan dengan mensurvei sentra sayuran di kawasan dataran tinggi Dieng, terpilih sebagai lokasi Desa Parikesit (mewakili hamparan atas) dan Desa Tieng (mewakili hamparan bawah) Kec. Kejajar. Masing-masing lokasi diambil contoh air sebanyak 3 titik dan masing-masing titik terdiri atas 3-6 sub titik. Air dari sub-sub titik dicampur menjadi 1 titik contoh. Sedangkan contoh sayuran diambil berdasarkan dominasi tanaman pada hamparan terpilih, setiap contoh sayuran diambil mewakili luasan hamparan (terdiri atas 5-8 titik pengambilan). Analisis residu dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Selain diambil contoh untuk analisis laboratorium, juga diamati praktek aplikasi pestisida oleh petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pestisida di sentra sayuran dataran tinggi Dieng telah terjadi peningkatan takaran dan volume semprot dari 400-600 l/ha menjadi 1.000-1.200 l/ha per sekali semprot. Pada contoh air terdeteksi endosulfan sebesar 0,0008 ppm, klorfirifos antara 0,0002-0,0005 ppm dan diazinon 0,0007 ppm (ketiganya dibawah baku mutu air untuk pertanian dan air minum). Residu pestisida pada sayuran berada diatas BMR, masing-masing residu aldrin pada wortel sebesar 0,4835 ppm (BMR 0,20 ppm), residu aldrin pada kubis antara 0,1073-0,1351 ppm (BMR 0,10 ppm), residu lindan dan aldrin pada kentang sebesar 0,1311 ppm (BMR 0,05 ppm) dan 0,3538 ppm (BMR 0,10 ppm).

PENDAHULUAN

Praktek budi daya sayuran hampir tidak mungkin terhindar dari penggunaan pestisida, sehingga penggunaannya cenderung semakin tidak terkontrol. Pestisida ditujukan untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), oleh karena itu pestisida berfungsi sebagai racun. Sebagai racun pestisida berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Penggunaan pestisida secara intensif di lahan sayuran telah menurunkan sumber daya hayati dan kualitas lingkungan. Ekosistem yang tercemar residu pestisida mengalami penurunan komunitas biota (Settel *et al* 1996). Fungsi biota

di lingkungan sangat bermanfaat, dalam air biota diperlukan bagi kehidupan ikan dan dalam pengendalian OPT biota berfungsi sebagai predator hama (Settel *et al* 1996; Harjamulia dan Koesoedinata, 1999).

Ketika pestisida disemprotkan tidak hanya mengenai sasaran (tanaman), namun juga mengenai tanah dan air di bawahnya. Sebagian besar pestisida >99% menjadi sisa dan masuk ke dalam sistem lingkungan. Degradasi residu pestisida pada lingkungan sangat tergantung pada berbagai faktor, seperti: kelembapan, pH, curah hujan, dan kandungan bahan organik tanah (Tarumingkeng, 1992; Ozaki *et al* 1986). Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi seperti di lahan sayuran dataran tinggi diperkirakan degradasi pestisida berjalan lambat.

Sisa-sisa pestisida selain masuk kedalam sistem lingkungan dan menimbulkan masalah di lingkungan. Supriyadi *et al.* (2002) melaporkan telah terjadi pencemaran pada air drainase di kawasan sayuran Dieng berupa profenofos antara 0,020-0,080 ppm. Selanjutnya Poniman (2008) melaporkan telah terjadi pencemaran air permukaan di sentra sayuran dataran tinggi Tawangmangu berupa lindan (td-0,0074 ppm), heptaklor (0,0008-0,0030 ppm), aldrin td-0,0425 ppm). Selain itu, dapat menimbulkan efek residu pada produk pertanian yang dihasilkan. Residu pestisida pada produk berdampak buruk terhadap kesehatan manusia. Manusia sebagai konsumen produk pertanian akan terdampak oleh residu pestisida yang tertinggal pada produk yang dimakannya. Lewat rantai makanan residu pestisida yang masuk dalam tubuh manusia dan secara kronis dapat menyebabkan karsinogen, teratogenik, mutagenik, neurologik, dan gangguan endokrin (PAN 1994).

Mengingat dampak yang diakibatkan oleh praktek penggunaan pestisida cukup serius, diperlukan upaya untuk mengurangi ketergantungan pestisida (*pesticides treadmill*) terhadap penggunaan di lapangan akan terus terjadi (Waage, 1996). Alasan kuat sebagai dasar tindakan tersebut adalah (1) keprihatinan terjadinya kontaminasi petisida pada lingkungan; (2) tuntutan kebutuhan pengembangan sistem produksi yang ramah lingkungan; (3) residu pestisida pada produk yang dihasilkan; (4) keselamatan pengguna/petani; dan (5) dampak pestisida pada ekosistem.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kec. Kejajar kawasan Dieng, Kab. Wonosobo. Dipilih sebagai lokasi adalah Desa Tieng dan Parikesit masing-masing dengan ketinggian antara 1.500-1.800 m dpl dan 1.700-2.000 m dpl. Dari setiap hamparan mewakili luasan 50-100 ha, dengan kemiringan 30-60%. Contoh air diambil pada *inlet* (dekat sumber air/bagian atas hamparan), tengah (pada hamparan) dan *outlet* (bagian bawah hamparan). Sedangkan contoh

tanaman/produk sayuran diambil sayuran kentang, kubis dan, wortel dimana ketiganya merupakan sayuran dominan ditanam petani. Contoh dari lapangan dibawa ke laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian untuk dianalisis kandungan residu pestisidanya.

Analisis residu pestisida berdasarkan prosedur baku yang ditetapkan oleh Pusat Perijinan dan Investasi tahun 2006. Bahan yang digunakan berupa: contoh, aseton p.a., n-Heksan p.a., sodium sulfat anhidrat, florisil, kapas. Sedangkan alat yang digunakan adalah: corong pisah, labu bundar, *rotary evaporator*, pipet, gelas ukur, *erlenmeyer*, *shaker*, cellite 545, kolom gas kromatografi.

Kromatografi gas yang digunakan Shimadzu 2014 dengan injektor SPL-1, detektor FPD, kolom kapiler Rtx-1, auto sampler AOC-201, temperatur injektor 230 °C dan detektor 250 °C, volume inject 1 µL.

Kandungan residu pada contoh dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Residu} = \frac{A_c \times V_{is} \times K_s \times V_{fc}}{A_s \times V_{ic} \times B \times R}$$

Keterangan:

- Ac = area contoh
- As = area standar
- Vic = volume injeksi contoh (µL)
- Vis = volume injeksi standar (µL)
- Ks = konsentrasi standar (ppm)
- B = volume awal (mg atau ml)
- Vfc = volume akhir (ml)
- R = recovery (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat aplikasi pestisida oleh petani di kawasan dataran tinggi Dieng

Anggapan pestisida sebagai obat tanaman mendorong meningkatnya penggunaan pestisida di lapangan. Pestisida sebagai obat dianggap dapat meniadakan serangan hama dan penyakit tanaman, sehingga apabila dianggap kurang efektif takaran yang diberikan akan ditambah. Survei di lapangan dijumpai adanya peningkatan volume semprot dari 400-600 l ha⁻¹ sekali seprot menjadi 1.000-1.200 l ha⁻¹ sekali semprot. Meningkatnya volume semprot berakibat meningkatnya takaran pestisida yang digunakan. Penggunaan *nozel* lubang besar (*jet pump*) dengan daya pancar sampai 10 m menjadi kebiasaan petani sayuran di dataran tinggi Dieng dan sekitarnya (Gambar 1).



Gambar 1. Menyemprot pestisida menggunakan *jet pump* dengan *nozel* lubang besar

Lebih dari 50% petani menyemprot sayuran berdasarkan jadwal, bukan berdasarkan keadaan OPT di lapangan. Selain itu, penggunaannya dilakukan secara mencampur antara 4-8 jenis pestisida berbeda (Gambar 2). Pencampuran pestisida yang tidak tepat dapat mengurangi efektivitas pestisida terhadap OPT. Menurut Matshumura (1985) pencampuran pestisida sebaiknya dilakukan uji kompatibilitas untuk mengurangi dampak buruknya. Survei lapangan terhadap praktek penggunaan pestisida pada budi daya sayuran di dataran tinggi Dieng menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi dan frekuensi aplikasi. Penelitian Supriyadi *et al* (2002) selama kurun waktu 1996-1998 telah terjadi peningkatan interval aplikasi pestisida pada kentang 3-5 hari sekali, kubis 4-7 hari sekali, dan bawang putih 5-7 hari sekali dari rata-rata 5-10 hari sekali di tahun 1995/1996.



Gambar 2. Praktek mencampur pestisida oleh petani sayuran di kawasan dataran tinggi Dieng

Kandungan residu pestisida pada air

Penggunaan air di dataran tinggi mempengaruhi mutu air di bagian hilir (bawah). Pemanfaatan air oleh petani di dataran tinggi tidak terbatas untuk pengairan tanaman, tetapi juga sebagai pelarut pestisida dan barang tentu juga sebagai media buangan sisa-sisa pestisida. Air adalah salah satu sumber daya

yang mendukung kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, serta merupakan elemen utama kehidupan yang berkelanjutan, dan oleh karenanya mutu air harus dijaga.

Subtrak pestisida bersifat mudah larut dalam air dan berpotensi sebagai bahan pencemar mengikuti aliran air ke areal yang lebih bawah. Munawir (2005) mendapati cemaran pestisida di teluk Jakarta berupa golongan organoklorin berkisar antara 20,276 ppm atau rata-rata 12,509 ppm. *Intake* kali Surabaya sebagai bahan baku air minum terdeteksi mengandung klorfirifos sebesar 3,15 ppm (Oginawati 2000). Bukan tidak mungkin kasus penggunaan pestisida di dataran tinggi Dieng berdampak pada cemaran sungai Serayu di sekitar Cilacap.

Hasil analisis contoh air menunjukkan bahwa semua contoh air tidak terdeteksi mengandung residu pestisida kecuali contoh air asal Desa Tieng dari tengah hamparan dengan kandungan endosulfan sebesar 0,0008 ppm (Tabel 1).

Tabel 1. Konsentrasi residu organoklorin pada contoh air asal dataran tinggi Dieng 2007

No.	Lokasi	Organoklorin							
		α - BHC	β – BHC (lindan)	Aldrin	Heptaklor	Dieldrin	DDT	Endrin	Endosulf an
1.	Parikesit, Kejajar	----- ppm -----							
	Inlet	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tengah	x	x	x	x	x	X	x	x
	Outlet	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Tieng, Kejajar								
	Inlet	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tengah	-	-	-	-	-	-	-	0,0008
	Outlet	-	-	-	-	-	-	-	-

Ket. : x Tidak ada contoh
- Tidak terdeteksi

Residu klorfirifos dan diazinon terdeteksi pada contoh air asal Parikesit dan Tieng (Tabel 2). Air *outlet* asal Parikesit mengandung klorfirifos sebesar 0,0004 ppm, sedangkan air *outlet* asal Tieng mengandung diazinon sebesar 0,0007 ppm dan klorfirifos sebesar 0,0002 ppm. Sementara itu air inlet dan tengah asal Tieng mengandung klorfirifos masing-masing sebesar 0,0003 dan 0,0005 ppm.

Residu pestisida pada contoh air menunjukkan kandungan yang rendah (dibawah baku mutu air untuk pertanian/peternakan dan bahan baku air minum). Namun demikian, bukan berarti aman bagi kesehatan manusia karena sifat akumulasi dan daya larut dari pestisida. Konsumsi secara rutin dalam jangka panjang tetap berpengaruh negatif terhadap kesehatan.

Tabel 2. Konsentrasi residu organofosfat pada contoh air asal dataran tinggi Dieng 2007

		Organofosfat						
		Dia- zinon	Feni- trotion	Meti- dation	Mala- tion	Klor- firifos	Para- tion	Pro- fenofos
1	Parikesit, kejajar							
	<i>Inlet</i>	-	-	-	-	-	-	-
	Tengah	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Outlet</i>	-	-	-	-	0,0004	-	-
2	Tieng, Kejajar							
	<i>Inlet</i>	-	-	-	-	0,0003	-	-
	Tengah	-	-	-	-	0,0005	-	-
	<i>Outlet</i>	0,0007	-	-	-	0,0002	-	-

Ket. : x Tidak ada contoh
- Tidak terdeteksi

Kandungan residu pestisida pada produk sayuran

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa residu pestisida organoklorin terdeteksi pada semua sayuran contoh (Tabel 3). Kandungan residu tersebut sebagian telah menunjukkan di atas batas maksimum residu (BMR). Wortel dan kubis asal Parikesit mengandung aldrin masing-masing sebesar 0,4835 ppm (BMR 0,20 ppm) dan 0,1073 ppm (BMR 0,10 ppm). Kubis asal Tieng mengandung residu lindan sebesar 0,0631 ppm, aldrin sebesar 0,1351 ppm (BMR 0,10 ppm), dieldrin 0,0362 ppm dan endosulfan sebesar 0,0386 ppm. Kentang asal Tieng mengandung residu lindan dan aldrin di atas BMR masing-masing sebesar 0,1311 ppm (BMR 0,05 ppm) dan 0,3538 ppm (BMR 0,10 ppm).

Tingginya residu organoklorin pada produk sayuran disebabkan oleh sifat polaritas dari residu pestisida dalam tanah dan masuk menetrasi ke dalam jaringan tanaman. Pestisida yang masuk ke dalam jaringan tanaman dapat mengalami degradasi, aktivasi (menjadi senyawa yang lebih beracun) atau konjugasi (Matshumura 1985). Residu pestisida dalam tanah yang tidak terdeteksi sekalipun, apabila terangkut masuk jaringan tanaman dapat mengalami aktivasi ataupun konjugasi. Hal tersebut diduga menyebabkan kandungan residu pada jaringan tanaman dapat berubah dengan cepat.

Tabel 3. Konsentrasi residu organoklorin pada contoh sayuran asal dataran tinggi Dieng 2007

Lokasi	Organoklorin							
	α - BHC	β - BHC (lindan)	Aldrin	Heptaklor	Dieldrin	DDT	Endrin	Endo-sulfan
	ppm							
Parikesit, keajar								
Wortel	-	0,1555	0,4835*	-	-	-	-	-
Kubis	-	0,0186	0,1073*	-	-	-	-	-
Tieng, Keajar								
Kubis	-	0,0631	0,1351*	-	0,0362	-	-	0,0386
Wortel	-	0,0113	-	-	-	-	-	-
Kentang	-	0,1311*	0,3538*	-	-	-	-	-

Ket. : - Tidak terdeteksi

* Angka residu menunjukkan diatas ketentuan BMR

Pestisida golongan organoklorin merupakan senyawa yang tidak reaktif, bersifat sangat stabil dalam tanah dan dalam tubuh maupun di lingkungan, kelarutannya dalam lemak tinggi dan degradasinya lambat (Tarumingkeng 1993 dan Ecobichon *dalam* Ruchicawat 1996). Karena proses degradasinya lambat, diduga sisa-sisa residu yang ada di dalam tanah masih dapat masuk ke dalam tanaman mengalami konjugasi dan menyebabkan residu pada produk menjadi tinggi.

Berbeda dengan residu organoklorin, residu organofosfat lebih rendah kandungannya (Tabel 4). Sayuran asal Parikesit terdeteksi mengandung metidation sebesar 0,0279 ppm pada wortel dan 0,0244 ppm pada kubis. Sedangkan sayuran asal Tieng dari tiga contoh sayuran yang diambil kubis yang mengandung residu pestisida jenis klorfirifos sebesar 0,0473 ppm.

Tabel 4. Konsentrasi residu organofosfat pada contoh sayuran asal dataran tinggi Dieng 2007

Lokasi	Organofosfat						
	Diazinon	Fenitroton	Metidation	Malation	Klorfirifos	Paration	Profenofos
Parikesit, keajar							
Wortel	-	-	0,0279	-	-	-	-
Kubis	-	-	0,0244	-	-	-	-
Tieng, Keajar							
Kubis	-	-	-	-	0,0473	-	-
Wortel	-	-	-	-	-	-	-
Kentang	-	-	-	-	-	-	-

Ket. : - Tidak terdeteksi

Pencemaran pestisida pada dataran tinggi memiliki implikasi yang penting dan luas, mengingat risiko pencemaran tidak terbatas pada rantai makanan melalui makanan, Meskipun deteksi pada air limpasan/drainase kecil bahkan

tidak terdeteksi, pengaruh terhadap air minum penduduk di bawahnya dapat saja terjadi. Oleh karena itu, masalah pencemaran pestisida di sentra-sentra sayuran dataran tinggi perlu mendapat perhatian agar dampak negatifnya dapat ditekan. Paparan residu pestisida meskipun rendah tetapi berulang-ulang atau jangka panjang dalam air minum dapat mengakibatkan keracunan kronis (Boleij and de Cock 1993).

KESIMPULAN

1. Penggunaan pestisida di sentra sayuran dataran tinggi Dieng telah terjadi peningkatan takaran dan volume semprot dari 400-600 l ha⁻¹ menjadi 1.000-1.200 l ha⁻¹.
2. Pada contoh air terdeteksi endosulfan sebesar 0,0008 ppm, klorfirifos antara 0,0002-0,0005 ppm dan diazinon 0,0007 ppm (ketiganya di bawah baku mutu air untuk pertanian dan air minum).
3. Residu pestisida pada sayuran berada di atas BMR, masing-masing residu aldrin pada wortel sebesar 0,4835 ppm (BMR 0,20 ppm), residu aldrin pada kubis antara 0,1073-0,1351 ppm (BMR 0,10 ppm) , residu lindan dan aldrin pada kentang sebesar 0,1311 ppm (BMR 0,05 ppm), dan 0,3538 ppm (BMR 0,10 ppm).

DAFTAR PUSTAKA

- Boleij, J.S.M. and J.S. de Cock. 1993. Occupational exposure to pesticides in agriculture. p: 261-268. *In: JS.Zadoks (eds.). Modern Crop Protection Development and Perspectives.* Wageningen Press.
- Hardjamulia, A. dan S. Koesoemadinata. 1992. Preliminary experiment on the effect of thiodan and endrin of fish culture in Indonesia. *Proc. Indo-Pacific Fish Coun.* 15 (11): 55-64
- Matshumura, F. 1985. *Toxicology of insecticides.* Plenum Press. New York
- Munawir, K. 2005. Pemantauan pestisida organoklorin di beberapa muara sungai di perairan. teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* No.37: 13-23
- Oginawati, K. 2003. Toksikologi pestisida hlm. 137-161 *dalam* Toksikologi Lingkungan J.Sumirat (eds.). UGM Press.
- Ozaki, M., Y.Tanaka, and Kuwatsuka. 1986. Degradation of isouron in soil. *Journal Pesticide. Sci.* 11: 223-229

- PAN (Pesticide Action Network). 1994. Ingatlah bahaya pestisida bunga rampai residu pestisida dan alternatifnya. Penyunting Riza V.T. dan Gayatri. PAN Indonesia
- Poniman. 2008. Pemanfaatan air permukaan untuk budi daya sayuran: Studi kasus di Sub DAS Solo hulu Tawangmangu. hlm. 59-66 *dalam* Prosiding Seminar Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Air Tahun 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Air. Departemen Pekerjaan Umum.
- Pusat Perijinan dan Investasi (PPI). 2006. Metode pengujian residu pestisida dalam hasil pertanian. Departemen Pertanian. p: 186-191
- Ruchirawat, S., and Shank R.C. 1996. Environmental toxicology volume 3, Bangkok: Chulaborn Research Institute, International Centre for Environmental and Industrial Toxicology.
- Sattel, W., H.Ariawan, E.T.Astuti, W. Cahyono. Al Hakim, D. Hidayana, A.S. Lestari, dan Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pest through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecol.* 77 (7): 1973-1988
- Supriyadi, Pranoto, W.S.Dewi, dan Suranto. 2002. Praktek aplikasi pestisida pada budi daya sayuran dataran tinggi dan pencemaran yang diakibatkan pada lingkungan. hlm. 73-84 *dalam* Prosiding seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian. Puslitbangtanak. Bogor.
- Tarumingkeng, R. 1992. Insektisida: sifat, mekanisme dan dampak penggunaannya. Ukrida, Jakarta. hlm. 97-229.
- Waage, J. 1996. Integrated pest management and biotechnology: an analysis of their potensial for integration. p. 37-60. *In*: G.J. Persley (Eds.). Biotechnology and Integrated Pest Management. University Press. Cambridge.

PENGELOLAAN HARA P DAN K PADA PERTANAMAN SAYURAN DATARAN TINGGI DI KOPENG, JAWA TENGAH

Ladiyani R. Widowati¹⁾, A. Kasno¹⁾, Joko Purnomo¹⁾, Stefaan De Neve²⁾

¹⁾ *Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah*

²⁾ *University of Gent-Belgia*

ABSTRAK

Pengelolaan hara P dan K pada sentra pertanaman sayuran dataran tinggi perlu ditingkatkan agar tidak terjadi inefisiensi, karena petani cenderung memupuk dalam jumlah yang kurang atau berlebihan. Sehingga monitoring terhadap nilai keseimbangan hara dan efisiensi pupuk diperlukan sebagai data dukung pengelolaan hara yang baik. Telah dilakukan penelitian monitoring keseimbangan hara dan efisiensinya pada sistem pertanaman sayuran dataran tinggi di Kopeng pada MK 2007 sebanyak 3 musim tanam. Tujuan dari penelitian adalah 1) mempelajari keseimbangan hara P dan K pada sistem pertanaman sayuran di Kopeng, 2) menghitung efisiensi P dan K dari pupuk yang ditambahkan. Penelitian dilaksanakan dengan membandingkan dua perlakuan yakni FP (*Farmer Practice*) dan IP (*Improve Practice*) pada tiga *site* (petani). Sebagai ulangan adalah jumlah bedengan sebanyak 10 bedeng per perlakuan. Contoh tanah dan tanaman diambil dan dianalisis setiap musimnya. Hasil penelitian diperoleh 1) tujuh dari delapan pertanaman menunjukkan produksi tanaman tidak berbeda nyata antara perlakuan FP dan IP; 2) total serapan hara K lebih besar dari P dari seluruh pertanaman; 3) keseimbangan hara P dan K dari *site* petani Ngatemin sangat positif, sedangkan dua *site* lainnya Lukas dan Nano terdapat keseimbangan negatif, 4) Hasil perhitungan % APUE dan % AKUE menunjukkan sistem pertanaman sayuran di peroleh nilai sebesar 11 - 93% untuk P dan sebesar 34 – 173% untuk K.

PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan yang lebih bervariasi terutama sayuran terus berkembang seiring dengan peningkatan kesadaran dan kesejahteraan penduduk Indonesia. Sayuran dataran tinggi merupakan sumber pemenuhannya, karena lebih variatif dalam jenis dan kualitas. Dengan peningkatan permintaan tersebut, petani berusaha bercocok tanam sayuran dengan pemupukan yang tinggi terutama N, dan kurang memperhatikan keseimbangan hara P dan K. Sebagai contoh kasus petani pada sentra sayuran dataran tinggi di Jawa Tengah memupuk antara 25-70 t pupuk kandang, 300-750 kg urea, 200-300 kg NPK ha⁻¹ per musim (Widowati et al 2012b Haryati et al 2000).

Dalam penyusunan pemupukan tanaman sayuran harus memperhatikan sistem tanah dan tanaman. Karena bila tidak memperhatikan sistem tersebut,

maka akan terjadi penurunan kualitas lahan (Arsanti 2008). Walaupun hara merupakan salah satu komponen dalam sistem produksi sayuran, ketersediaan hara yang cukup sesuai kebutuhan tanaman adalah sangat penting. Pupuk P diserap dalam jumlah pada urutan ketiga setelah N dan K. Unsur hara P dari tanah umumnya berasal dari mineral dan bahan organik, sedangkan K selain dari mineral dan bahan organik juga dari air irigasi. Bila unsur P kurang tersedia bagi tanaman, maka pembentukan bunga dan buah akan terhambat. Sedangkan bila unsur K yang defisien, maka performa dan ketahanan tanaman akan serangan hama penyakit akan menurun. Sehingga kecukupan dan keseimbangan hara N, P, dan K dalam sistem pertanaman sayuran harus terpenuhi agar tanaman tumbuh dan berproduksi secara optimal.

Terdapat beberapa pendekatan dalam penyusunan rekomendasi pemupukan, diantaranya dengan kurva status hara, persamaan mischerlich, kuadran Cate and Nelson, dan keseimbangan hara. Pada penelitian ini, keseimbangan hara yang dipergunakan. Prinsipnya adalah keseimbangan input dan output agar tidak bernilai negatif tetapi tidak terlalu positif. Hasil penelitian Widowati *et al* 2011, diperoleh bahwa keseimbangan hara N pada sistem sayuran di Kopeng adalah sangat positif. Sehingga untuk melengkapi informasi keseimbangan hara pada sistem pertanaman sayuran di Kopeng maka dilakukan penelitian ini. Berdasarkan hal tersebut di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah 1) mempelajari keseimbangan hara P dan K pada sistem pertanaman sayuran di Kopeng, 2) menghitung efisiensi P dan K dari pupuk yang ditambahkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan petani di Kopeng pada tahun 2007 selama 3 kali musim tanam. Perlakuan berupa perlakuan petani (*farmer practice*/FP) dan perlakuan introduksi (*improve practice*/IP). Adapun perlakuan disajikan pada Tabel 1. Perlakuan Petani (FP) adalah perlakuan sesuai dengan kebiasaan petani terutama dalam pengelolaan sumber hara N organik (pupuk kandang dan residu tanaman) dan anorganik (urea dan ZA). Sedangkan IP adalah perlakuan yang sudah menghitung dan memprediksi nitrogen balans berupa serapan hara, potensi mineralisasi N, penambahan N, kehilangan N, dan faktor koreksinya.

Pemilihan komoditas tanaman menyesuaikan dengan pola tanam petani. Persiapan tanam, tanam dan pemupukan, perawatan dan pengelolaan pasca panen mengikuti prosedur yang sudah ditetapkan dalam petunjuk pelaksanaan. Persiapan lahan berupa pencangkulan dan pembuatan bedengan. Pemupukan terdiri atas dua sesi, yakni pada saat pembuatan bedengan pupuk kandang diberikan perlarik kemudian dicampur dengan tanah dan ditutup membentuk bedengan. Takaran mengacu pada Tabel 1. Persiapan benih/bibit disesuaikan

dengan jenis tanamannya. Untuk tanaman brokoli, dibuat persemaiannya terlebih dahulu, dan ditanam pada umur 20 hari. Sedangkan untuk bibit kentang dan bawang daun dibeli disumber yang dapat dipercaya kemudian ditanam sesuai dengan jarak tanamnya. Pemupukan anorganik pertama atau pupuk dasar adalah dilakukan saat tanam (1/3 N, P, dan K semua), kemudian pemupukan kedua saat tanaman berumur 15-20 hari.

Pemanenan dilakukan sesuai dengan kematangan fisiologis dari masing-masing jenis tanaman. Tanaman bawang daun berumur paling pendek (45-50 HST), kemudian diikuti oleh tanaman brokoli (90-100 HST) dan terpanjang adalah kentang (95-105 HST). Pada saat panen, dilakukan penimbangan produksi basah, kemudian dibersihkan dari tanah lalu dikeringkan untuk persiapan analisis serapan hara P dan K.

Analisis Data

Data yang diperoleh adalah produksi tanaman dan serapan hara yang kemudian di hitung total serapannya. Data produksi diuji statistik dengan *t-test* untuk menguji pengaruh perlakuan yang membandingkan dua populasi.

Tabel 1. Tabel perlakuan pupuk untuk IP dan FP, MT 2007

Nama Petani	Tanaman	Perlakuan	Pukan t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹					
				urea	SP-36	KCl	ZA	NPK	Kapur
Ngatemin I	Brokoli	IP	10	0	125	250	125	0	750
		FP	45	0	750	0	750	0	0
	II Kentang	IP	30	250	250	500	0	0	0
		FP	10	0	0	0	0	1500	0
	III Kentang	IP	30	250	250	500	0	0	0
		FP	24	0	0	0	400	800	0
Nano	I Brokoli	IP	10	0	125	250	125	0	750
		FP	42	0	350	0	700	0	0
	II Kentang	IP	30	250	250	500	0	0	0
		FP	10	0	0	0	0	1000	0
	III Kentang	IP	30	250	250	500	0	0	0
		FP	11	0	0	0	263	526	0
Lukas	I Brokoli	IP	10	0	125	150	125	0	750
		FP	43	360	360	0	0	0	0
	II Bawang daun	IP	0	250	250	125	250	0	0
		FP	16	0	0	0	250	250	0
	III Brokoli	IP	0	0	125	250	125	0	750
		FP	0	0	0	0	181	181	750

Dalam penghitungan balans hara P dan K komponen yang dimasukkan yakni jumlah P yang diaplikasikan (*input*), produksi dan serapan hara (*output*), sedangkan jumlah kehilangan dan mineralisasi hara P dan K tidak diikutsertakan. Asumsinya jumlah kehilangan kecil.

Selanjutnya juga dihitung % APUE (*agronomic phosphorus used efficiency*) dan % AKUE (*agronomic kalium used efficiency*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\%APUE = \frac{P_{\text{uptake\_marketable}} + P_{\text{uptake\_residue}}}{(P_{\text{fert}} + P_{\text{available\_manure}} + P_{\text{min}})} \times 100\%$$

$$\%AKUE = \frac{K_{\text{uptake\_marketable}} + K_{\text{uptake\_residue}}}{(K_{\text{fert}} + K_{\text{available\_manure}} + K_{\text{min}})} \times 100\%$$

Keterangan :

Uptake marketable : serapan hara pada bagian produk yang bernilai ekonomi

Uptake residue : serapan hara pada bagian residu (misal brangkasan)

Fertilizer : sumber hara baik yang berasal dari pupuk organik dan anorganik

Available manure: hara yang tersedia dari pupuk kandang selama periode tanam (tetapi dalam perhitungan ini dihitung total P dari pupuk kandang karena pukan telah matang)

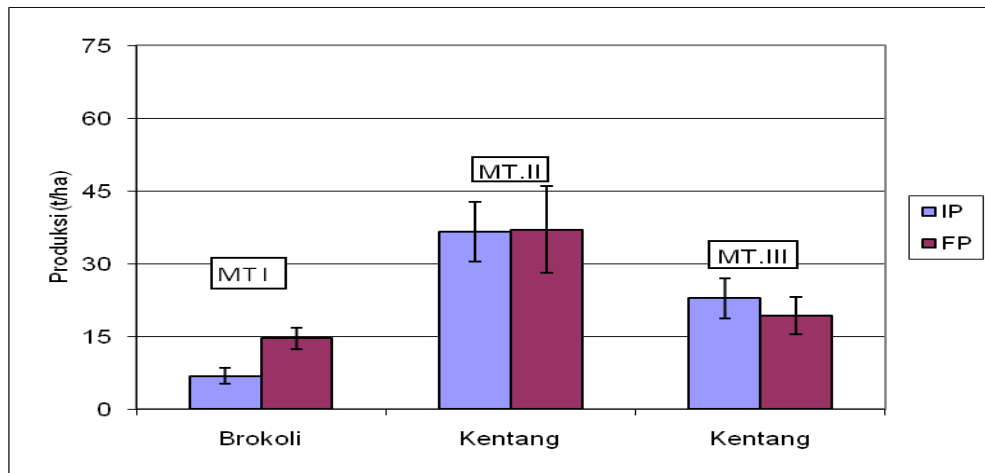
Mineralization (min): potensi ketersediaan hara P dan K dari tanah yang berasal dari mineralisasi bahan organik tanah maupun batuan mineral (tetapi ini tidak dilakukan pengukuran).

HASIL DAN PEMBAHASAN

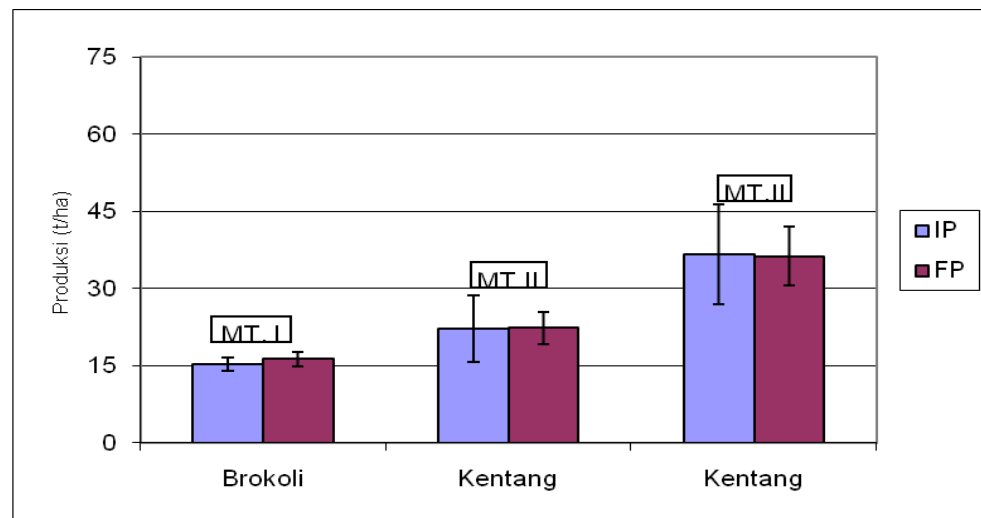
Sistem pertanaman sayuran di Kopeng didominasi oleh sayuran dengan nilai ekonomi tinggi. Seperti tertera pada Gambar 1. *Site I* petani Ngatemin menanam brokoli-kentang-kentang. Petani dalam memilih jenis tanaman tergantung kepada permintaan pasar dan harga. Akan tetapi pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor seperti ketersediaan air dan serangan hama dan penyakit.

Antar perlakuan IP dan FP *site I* Petani Ngatemin, pada musim I menunjukkan produksi brokoli perlakuan FP lebih tinggi secara signifikan pada taraf 1%. Sedangkan pada musim berikutnya antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan produksi yang signifikan antar perlakuan FP dan IP. Rata-rata

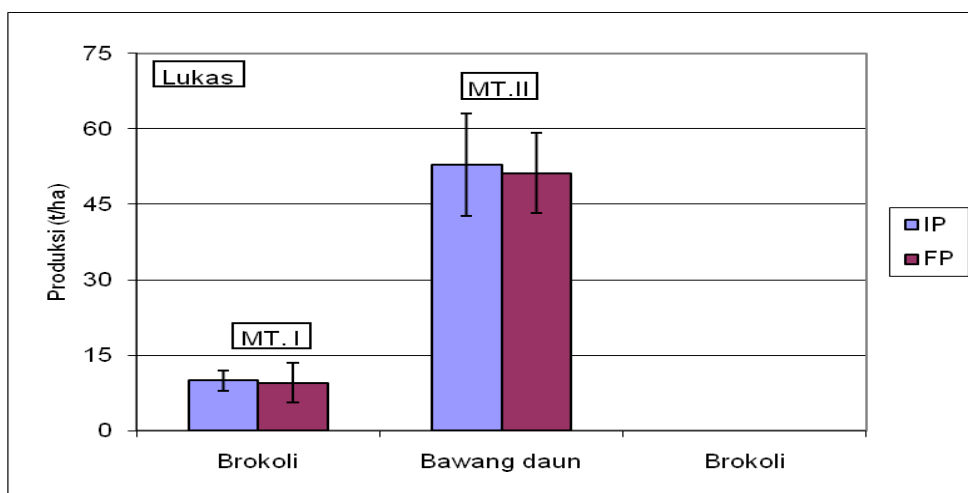
produksi brokoli 7-15 t ha⁻¹, dan kentang antara 17 – 35 t ha⁻¹. Pada *site* II – petani Nano, seluruh perlakuan tidak berbeda nyata antar perlakuan IP dan FP. Produksi brokoli rata-rata 15-16 t ha⁻¹, dan produksi kentang rata-rata 17 – 35 t ha⁻¹. Produksi brokoli pada lokasi ini lebih tinggi dari *site* I, sedangkan produksi kentang hampir sama dengan *site* I. Produksi pada *site* ke III petani Lukas tidak berbeda nyata antara perlakuan IP dan FP. Produksi brokoli antara 9,5 – 10 t ha⁻¹, dan produksi bawang daun sebesar 51-52 t ha⁻¹. Pada musim ke tiga mengalami kegagalan panen karena serangan hama penyakit.



Gambar 1. Produksi tanaman *site* I – Petani Ngatemin, Kopeng (MT 2007)



Gambar 2. Produksi tanaman *site* II – Petani Nano, Kopeng (MT 2007)



Gambar 3. Produksi tanaman site III – Petani Lukas, Kopeng (MT 2007)

Pemupukan P dan K untuk pertanaman sayuran di Kopeng telah diupayakan untuk mendekati kebutuhan tanaman dengan jumlah yang tidak berlebihan. Sementara perlakuan petani tergantung kepada pengalaman petani dan sumber informasi yang diperoleh, sehingga jumlahnya bisa sangat besar ataupun sangat sedikit. Hara P dan K berasal dari pupuk kandang, anorganik dan residu tanaman. Menurut Alvarez *et al* (1995), kompos dari pupuk kandang berpengaruh secara langsung dengan melepas hara yang dikandungnya dan secara tidak langsung dengan mempengaruhi kapasitas tukar kation yang mempengaruhi serapan hara. Sedangkan kecepatan mineralisasi hara dari pupuk kandang tergantung kepada jenis sumbernya, dimana kecepatan mineralisasi dipengaruhi oleh fraksi biokimia bahan asal (Widowati *et al* 2012a).

Jumlah serapan tanaman tergantung kepada jenis tanaman, ada yang membutuhkan P dalam jumlah yang lebih tinggi dari K atau sebaliknya (Tabel 2). Seperti tanaman kentang rasio P:K sebesar 1:2,8; untuk brokoli rasio P:K sebesar 1:3,9,; dan bawang daun rasio P: K adalah 1:4,1. Dengan data rasio tersebut dapat dinyatakan bahwa untuk pertanaman bawang daun terbanyak membutuhkan K, sedangkan yang terendah adalah kentang. Dengan rasio ini, dapat dipergunakan untuk menyusun kebutuhan hara bagi masing-masing tanaman, sedangkan untuk besarnya tergantung kepada potensi produksinya atau diprediksi dari perhitungan keseimbangan haranya.

Dalam sistem pertanaman sayuran di Kopeng dari tiga site - tiga petani, terdapat balans atau keseimbangan dari yang sangat positif hingga sangat negatif. Untuk yang sangat positif artinya, terjadi pemupukan yang berlebihan, sebaliknya yang sangat negatif terjadi pengurusan hara karena jumlah yang ditambahkan sangat sedikit (Tabel 2). Sumber P dan K yang terbesar adalah dari

bahan organik (Tabel 1), tetapi sebenarnya sumber tersebut dalam bentuk yang kurang tersedia. Seiring dengan berjalannya dekomposisi maka P dan K organik akan menjadi bentuk anorganik.

Untuk petani Ngatemin, seluruh balans hara P dan K adalah positif atau surplus. Sedangkan untuk petani Nano dan Lukas terdapat balans yang negatif. Nilai balans ini merupakan bagian dari pertimbangan dalam menyusun rekomendasi pemupukan. Nasib dari surplus P dalam tanah tergantung pada jenis dan sifat tanah seperti kapasitas jerapan P, tipe dan jumlah pupuk yang ditambahkan (Eghball *et al* 1996). Dalam sistem tanah alami, ketersediaan P diatur oleh keseimbangan dinamik yang terdapat antara fase padat dan cairan, serta *kostituent* tanah yang berpengaruh terhadap transformasi dari pemupukan P.

Secara umum serapan P dan K antara perlakuan IP and K Serapan P pada residu tanaman kentang dan brokoli terukur sangat kecil yakni kurang dari 10%, sedangkan untuk bawang daun tidak terdapat residu karena seluruh tanaman adalah tanaman yang bernilai ekonomis. Fosfor diperlukan tanaman untuk fase reproduktif, dan umumnya terakumulasi pada bagian bunga dan buah, sehingga P akan terukur rendah pada brangkasan.

Serapan K pada residu tanaman kentang dan brokoli terukur kurang dari 20% tetapi lebih besar dari serapan P. Kalium umumnya terdapat bagian batang, daun, dan umbi, tetapi rendah di bagian biji. Jumlah K pada residu dapat dikembalikan dengan tujuan untuk mempertahankan kadar K dalam tanah sekaligus menambahkan bahan organik. Tidak ada perbedaan yang antara perlakuan FP dan IP dalam total serapan P dan K, hanya terdapat kecenderungan tetapi tidak konsisten.

Hasil perhitungan APUE dan AKUE diperoleh bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan FP dan IP (Tabel 3). Rata-rata nilai efisiensi P antara 20 – 40%. Dari nilai tersebut menunjukkan peluang yang cukup besar untuk meningkatkan efisiensinya. Sedangkan untuk nilai efisiensi K menunjukkan nilai yang terlalu besar pada beberapa pertanaman, hal ini mengindikasikan K diserap dalam jumlah yang cukup besar dari dalam tanah, selain yang berasal dari bahan organik juga dari mineralisasi mineral tanah. Serapan K adalah spesifik dimana *luxury consumption* sering terjadi karena terdapat kecenderungan K tersedia diserap oleh tanaman. Akan tetapi dengan nilai efisiensi K yang sangat besar bukan berarti tidak diperlukan pemupukan K tetapi tetap dipupuk dalam jumlah minimal sesuai dengan kebutuhan optimal pupuk. Terdapat kemungkinan *over* estimasi terhadap serapan tanaman daun bawang, sehingga diperoleh nilai yang sangat luar biasa besar.

Tabel 2. Keseimbangan hara P dan K pada sistem pertanaman sayuran di Kopeng

Nama Petani	Tanaman	Perlakuan	Total aplikasi		Serapan		Balans	
			P	K	P	K	P	K
----- kg ha ⁻¹ -----								
Ngatemin	Brokoli	IP	162	272	40	154	122	118
		FP	794	550	84	327	710	223
	Kentang	IP	440	667	112	317	328	350
		FP	342	347	114	322	228	25
	Kentang	IP	440	667	70	199	370	468
		FP	400	413	59	167	341	246
Nano	Brokoli	IP	162	272	87	339	75	-67
		FP	616	513	93	362	523	151
	Kentang	IP	440	667	68	192	372	475
		FP	267	272	68	193	199	79
	Kentang	IP	440	667	112	318	328	349
		FP	202	208	111	315	91	-107
Lukas	Brokoli	IP	162	212	57	221	105	-9
		FP	631	525	54	212	577	313
	Bawang daun	IP	90	75	215	889	-125	-814
		FP	224	233	209	861	15	-628
	Brokoli	IP	45	150	0	0	45	150
		FP	27	27	0	0	27	27

Tabel 3. Nilai Agronomi Efisiensi Penggunaan P (%APUE) dan K (%AKUE)

Nama Petani	Tanaman	Perlakuan	Serapan Residu Tanaman		%APUE	%AKUE
			P	K		
			kg ha ⁻¹			
Ngatemin	Brokoli	IP	6	37	28,4	70,2
		FP	12	77	12,1	73,5
	Kentang	IP	3	46	26,1	54,4
		FP	3	47	34,2	106,3
	Kentang	IP	2	29	16,4	34,2
		FP	2	24	15,3	46,2
Nano	Brokoli	IP	12	82	61,1	154,8
		FP	13	85	17,2	87,1
	Kentang	IP	2	28	15,9	33,0
		FP	2	28	26,2	81,3
	Kentang	IP	3	46	26,1	54,6
		FP	3	46	56,4	173,6
Lukas	Brokoli	IP	12	82	42,6	142,9
		FP	13	85	10,6	56,6
	Bawang daun	IP	0	0	238,9	1185,3
		FP	0	0	93,3	369,5
	Brokoli	IP	3	19	6,7	12,7
		FP	3	19	11,1	70,4

KESIMPULAN

1. Dari seluruh musim penelitian, tujuh dari delapan pertanaman menunjukkan produksi tanaman tidak berbeda nyata dengan *T-test* antara perlakuan FP dan IP.
2. Hasil perhitungan total serapan hara K lebih besar dari P dari seluruh pertanaman, dengan nilai lebih besar dari dua kali serapannya.
3. Keseimbangan hara P dan K dari *site* petani Ngatemin sangat positif, sedangkan dua *site* lainnya Lukas dan Nano terdapat keseimbangan negatif. Nilai sangat positif menunjukkan *over* suplai P dan K, sedangkan nilai negatif menunjukkan *input* yang sangat rendah dari kebutuhan tanaman.
4. Hasil perhitungan % APUE dan % AKUE menunjukkan sistem pertanaman sayuran diperoleh nilai sebesar 11 - 93% untuk P dan sebesar 34 - 173% untuk K. Nilai yang diperoleh terdapat pada selang yang sangat lebar. Terdapat kemungkinan *over* estimasi terhadap komponen perhitungannya.

SARAN

Agar perhitungan balans P dan K, serta efisiensi agronomi penggunaan P dan K dapat dihitung lebih baik dan diperoleh data yang lebih *reliable* maka diperlukan penelitian tentang potensi mineralisasi P dan K dari bahan organik dan bahan mineral tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan ucapan terimakasih kepada VLIR – University of Gent yang telah mendanai pelaksanaan penelitian, Balai Penelitian Tanah yang telah menyediakan fasilitas penelitian, serta kepada Iin Dwi Suharti, Ssi, Ibrahim A.S. SP, Ir. Didik Sukristiyohastomo, dan Mulyadi yang telah membantu terlaksananya penelitian di laboratorium dan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, M.A.B., S. Gagne and H. Antoun. 1995. Effect of compost on rhizosphere micro flora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 61 (1): 194-199.
- Arsanti, IW. 2008. Evaluation of Vegetable Farming System in Upland Areas of Java and Sumatera, Indonesia. PhD Dissertation. Der Humboldt-Universität Zu Berlin, Germany, 255pp.
- Egball B, Binford G, and Beltensperger D. 1996. Phosphorus movement and adsorption in a soil receiving longterm manure and fertilizer application. *J Environ Qual* 25: 1339-1343.
- Haryati U, dan Kurnia U. 2000. Efek teknik konservasi terhadap erosi dan produksi kentang (*Solanum tuberosum*) pada pertanaman kentang dataran tinggi Dieng. Buku II, hal. 439-460. *dalam* Kurnia *et al.* (eds) Prosiding Seminar Nasional "Reorientasi pemanfaatan sumberdaya lahan, iklim, dan pupuk" Cipayung-Cipanas, 31 Oktober – 2 November 2000. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Widowati, LR. Sleutel S., Setyorini D., Sukristyonubowo, and De Neve S. 2012a. Nitrogen mineralization from amended and unamended intensively managed tropical Andisols and Inceptisols. *Soil Research* 50: 136-144.
- Widowati, L.R. 2012b. N Balances as a Basis for Improved N Use Efficiency in Vegetable Production in Central-Java Indonesia. PhD Theses. University of Gent. University Press. p. 167.
- Widowati, LR., De Neve S., Sukristyonubowo, Setyorini D., Kasno A., Sipahutar IA, and Sukristyohastomo. 2011. Nitrogen balances and nitrogen use efficiency of intensive vegetable rotation on Andisols in Central Java, Indonesia. *Nutrient Cycling in Agro-ecosystems* 91:131-143.

JADWAL ACARA

Bogor, 17-18 Maret 2010

SIDANG PLENO (Auditorium Ismunadji). Rabu, 17 Maret 2010

Waktu	Materi/Pembicara	Moderator/ Pelaksana	Sekretaris
08.00-09.00	Pendaftaran Peserta		
09.00-09.45	Acara Pembukaan 1. Menyanyikan Lagu Indonesia Raya 2. Laporan Panitia 3. Pengarahan dan Pembukaan (Ka. BBSDLP)	MC : Ir. Ladiyani Retno Saefoel Bachri , S.kom	
09.45-10.00	Rehat		
10.00-10.30	Potensi Lahan untuk Peningkatan dan Pengembangan Produksi Sayuran Dataran Tinggi (Prof. Dr. Irsal Las)	Prof. Dr. Abdurachman Adimihardja	Dr. Husnain
10.30-11.00	Nitrogen Efficiency In Intensive Vegetables Production System in West and Central Java (Prof. Stefaan De Neve)		
11.00-12.00	Diskusi		
12.00-13.00	ISHOMA		

SIDANG KOMISI A : POTENSI LAHAN DAN SISTEM USAHA TANI SAYURAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (Ruang Rapat BB Biogen) Rabu, 17 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
13.00-13.10	OA-01	Studi Kelayakan Rotasi Tanaman Sayuran (Sri Murtiani)	Prof. Dr. Didi Ardi Suriadikarta Ir. Nurjaya, MP
13.10-13.20	OA-02	Kajian Teknologi Produksi Kentang, Jagung Manis, Bawang Daun dalam Sistem Monokultur dan Tumpang Sari di Dataran Medium Lereng Volkan Gunung Merapi (Mulyadi)	
13.20-13.30	OA-03	Potensi dan Adaptasi Tanaman Sayuran di Lahan Rawa (Maulia Aries Susanti)	
13.30-13.40	OA-04	Pemanfaatan Lahan Perbukitan untuk Pertanaman Sayuran di Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulon Progo (Kurnianita T.)	

SIDANG KOMISI A : POTENSI LAHAN DAN SISTEM USAHA TANI SAYURAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (Ruang Rapat BB. Biogen). Rabu, 17 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
13.40-14.00		Diskusi	
14.00-14.10	OA-05	Peningkatan Produktivitas Usaha Sayuran di Lahan Kering Dataran Tinggi Jawa Tengah, Indonesia (Cahyati Setiani)	Prof. Dr. Bambang Djatmo, K. Drs. Edi Husen
14.10-14.20	OA-06	Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Kentang dengan Perbaikan Teknologi Budi Daya pada Dataran Tinggi Kerinci (Syafri Edi)	
14.20-14.30	OA-07	Konservasi <i>Landscape</i> Pertanian di Lahan Kering Berbasis Sayuran di Dataran Tinggi (Umi Haryati)	Dr. Irawan Ir. Dedy Erfandi
14.30-14.40	OA-08	Demonstrasi Areal Pengembangan Kentang Di Kabupaten Sleman D.I.Yogyakarta (Sutardi)	
14.40-15.00		Diskusi	
15.00-15.20		Rehat	
15.20-15.30	OA-09	Usaha Tanaman Kangkung di Lahan Kering Gunungkidul dalam Rangka Pemanfaatan Waktu Luang Pada Musim Kemarau (Murwati)	Dr. Irawan Ir. Dedy Erfandi
15.30-15.40	OA-10	Pengaruh ZPT Giberelin (GA ₃) terhadap Pertumbuhan dan	

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
15.40-15.50	OA-11	Hasil Seledri (<i>Apium graveolus</i> L) (Nani Sumarni)	
15.50-16.00	OA-12	Efisiensi Ekonomi Penerapan Pestisida Nabati" Laseki" untuk Tanaman Bawang daun Di Lahan Dataran Tinggi Ciwidey, Jawa Barat (Dian Firdaus)	
16.00-16.10	OA-13	Kajian Ekonomis Adaftasi Teknologi Budidaya Kentang di Lereng Gunung Merapi Daerah Istimewa Yogyakarta (Hano Hanafi)	
16.10-16.35		Pengembangan Demonstrasi Trial Kentang Varietas Nadia Di Daerah Gunung Merapi Kabupaten Sleman Yogyakarta (Arti Djatiharti)	
		Diskusi	

SIDANG KOMISI B : KONSERVASI, PEMUPUKAN, DAN BIOLOGI TANAH (Auditorium Ismunadji). Rabu, 17 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekertaris
13.00-13.10	OB-01	Karakteristik Biofisik Usaha Tani Sayuran Dataran Tinggi di Jawa Tengah (Diah Setyorini et al.)	Dr. Fahmuddin Agus Ibrahim Adamy S., SP
13.10-13.20	OB-02	Dinamika Hara pada Pertanaman Sayuran dengan Rotasi Wortel-Wortel-Wortel (Sukristiyonubowo)	
13.20-13.30	OB-03	Potensi Mineralisasi Nitrogen Tanah Andisols dan Tanah Bersifat Andik di Lahan Sayuran Dataran Tinggi (Ladiyani Retno W)	
13.30-13.40	OB-04	Pengelolaan Hara Tanah dan Peningkatan Pendapatan Petani dalam Pola Tanam Sayuran Dataran Tinggi Kopeng dan Buntu (A. Kasno et al.)	
13.40-14.00		Diskusi	
14.00-14.10	OB-05	Dinamika Hara N, P, K pada Pola Tanam Sayuran di Dataran Tinggi Dieng (Ibrahim Adamy S)	Dr. Diah Setyorini Ir. Enggis Tuherkih
14.10-14.20	OB-06	Phosphorus Balance on Upland Vegetables <i>Farming System</i> in Central Java (Linca Anggria)	
14.20-14.30	OB-07	Pemupukan Berimbang terhadap Tanaman Cabai pada Tanah Typic Hapludans di Cikembang, Sukabumi (Enggis Tuherkih)	
14.30-14.40	OB-08	Keseimbangan Hara Nitrogen pada Berbagai Pola Pertanaman Berbasis Sayuran Dataran Tinggi (Ladiyani Retno W)	
14.40-15.00		Diskusi	
15.00-15.20		Rehat	
15.20-15.30	OB-09	Kesuburan Tanah Lahan Petani Kentang Di Dataran Tinggi Dieng (Nasih W. Yuwono)	Dr. Sukristiyonubowo, Ir. A. Kasno, Msi
15.30-15.40	OB-10	Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Produksi Sayuran Organik (Wiwik Hartatik)	
15.40-15.50	OB-11	Lahan Kering Sayuran: Pendukung Ketahanan Pangan dan Pelestarian Lingkungan (Studi Kasus di DAS Citarum Hulu dan DAS Kaligarang) (Neneng L Nurida)	
15.50-16.00	OB-12	Prediksi dan Tingkat Bahaya Erosi Pada Lahan Usaha Tani Pegunungan di Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah (Husein Suganda)	
16.00-16.10	OB-13	Model Usahatani Konservasi Tanaman Sayuran Berbasis Sumberdaya Spesifik Lokasi di Hulu Sub DAS Cikapundung (Hendi Supriyadi)	
16.10-16.35		Diskusi	

(Auditorium Ismunadji). Kamis, 18 Maret 2010

SIDANG PLENO

Waktu	Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
08.30-09.00	Peranan dan Prospek Sayuran dalam Pengembangan Pendapatan Petani (Kepala Balitsa)	Prof. Dr. Didi Ardi Suriadikarta Ir. Ladiyani R.W. MSc
09.00-09.30	Sistem Pengelolaan Lahan Sayuran yang Bersifat Lumintu (Ka. Balai)	
09.30-10.30	Diskusi	
10.30-11.00	Rehat	

SIDANG KOMISI A : POTENSI LAHAN DAN SISTEM USAHA TANI SAYURAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (Ruang Rapat BB. Biogen). Kamis, 18 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
11.00-11.10	OA-14	Pengaruh Pemangkasan Cabang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Varietas Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) (Zulfadly Syarif)	Dr. Sukristiyonubowo Ir. Enggis Tuherkih
11.10-11.20	OA-15	Kajian Beberapa Jenis Pupuk Organik dalam Budi Daya Tanaman Bawang Daun pada Lahan Dataran Tinggi Di Bandung (Endjang Sujitno)	
11.20-11.30	OA-16	Pengaruh Sistem Tanam dan Varietas terhadap Produksi Kentang Di Kabupaten Rejang Lebong (Ahmad Damiri)	
11.30-11.40	OA-17	Uji Aplikasi Komponen PHT Pupuk Organik dengan Introduksi Biofertilizer pada Tanaman Kentang (Tri Martini)	
11.40-12.00		Diskusi	
12.00-13.30		ISHOMA	
13.30-13.40	OA-18	Wilayah Primatani Kabupaten Kerinci sebagai Salah Satu Model Pengelolaan Lahan Potensial Untuk Pengembangan Komoditas Sayuran Dataran Tinggi (Suratman)	Dr. Markus Anda Linca Anggria, Ssi, MSc
13.40-13.50	OA-19	Karakteristik Mineralogi Andisol dari Berbagai Sifat dan Umur Bahan Induk di Jawa Barat. (Rina Devnita)	
13.50-14.00	OA-20	Potensi Penerapan Tumpang Sari Gandum dengan Sayuran Dataran Tinggi Desa Wates, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang (Nugraheni W.)	
14.00-14.10	OA-21	Optimalisasi Lahan Kering untuk Usaha Tani Jagung Tanam Rapat di Provinsi daerah Istimewa Yogyakarta (Kurnianita T.)	
14.10-14.30		Diskusi	

SIDANG KOMISI A : POTENSI LAHAN DAN SISTEM USAHATANI SAYURAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (Ruang Rapat BB. Biogen). Kamis, 18 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
14.30-14.50		Rehat	
14.50-15.00	OA-22	Penyaringan Sifat Tahan Virus Kuning dan Mosaik pada Berbagai Nomor Tomat Hasil Silangan Dengan Tetua Resisten (Astri Windia W.)	Dr. Subowo Linca Anggria, Ssi, MSc
15.00-15.10	OA-23	Pengaturan Sistem Tanam untuk Menekan Serangan Penyakit Virus Kuning pada Tanaman Cabai di Dataran Tinggi Lampung Barat (Nila Wardani)	
15.10-15.20	OA-24	Formulasi Ekstrak Vir-001 dan Vir-002 sebagai Pemicu Daya Proteksi Ketahanan Sistemik Terinduksi Tanaman Cabai Terhadap Penyakit Virus Kuning (Neni Gunaeni)	
15.20-15.30	OA-25	Pengaruh Perbedaan Musim pada Budi Daya Tomat di Dataran Tinggi Merbabu (Fibrianty)	
15.30-15.50		Rehat	
15.50-16.00	OA-28	Produktivitas Tanaman Jagung pada Beberapa Pola Penjarangan untuk Pakan Ternak di Lahan Kering Gunung Kidul	Ir. Ladiyani Retno W, MSc Ir. Ibrahim A.S

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
16.00-16.10	OA-27	Upaya Peningkatan Produktivitas Tomat Varietas Kaliurang di Lereng Gunung Merapi dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Petani (Budi Setyono)	
16.10-16.30		Diskusi	
SIDANG PLENO (Auditorium Ismunadji)			
16.30-16.50		Pembacaan Rumusan	Dr. Diah Setyorini
16.30-17.00		Announcement of IHSS International Symposium "Sustainable Vegetables Production in Southeast Asia". Held in Salatiga, 13-17 March 2011 Penutupan	Prof. Stefaan De Neve Ka. Balittanah

SIDANG KOMISI B : KONSERVASI, PEMUPUKAN, DAN BIOLOGI TANAH (Auditorium Ismunadji). Kamis, 18 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
11.00-11.10	OB-14	Pengaruh Asam Humat dan Asam Silikat Terhadap Jerapan P Pada Komponen Mineral Amorf Andisols (Eko Hanudin)	Dr. Al-Jabri
11.10-11.20	OB-15	Penyediaan Nitrogen dari Pupuk Lepas Lambat (<i>Slow Release Fertilizer</i>) di Tanah Andisol dan Entisols Pada Beberapa Tingkat Suhu Lingkungan (Benito Heru Purwanto)	Ir. A. Kasno, Msi
11.20-11.30	OB-16	The Effect of Calcium Silicate on The Phosphorus Sorption Characteristics of Andisols Lembang (Arif Hartono)	
11.30-11.40	OB-17	Pengaruh Kombinasi <i>Tithonia diversifolia</i> dengan Pupuk Kandang Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Varietas Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) (Warnita)	
11.40-12.00		Diskusi	

SIDANG KOMISI B: KONSERVASI, PEMUPUKAN, DAN BIOLOGI TANAH (Auditorium Ismunadji). Kamis, 18 Maret 2010

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
12.00-13.30		ISHOMA	
13.30-13.40	OB-18	Sistem Usaha Tani Konservasi pada Lahan Sayuran (Ai Dariah)	Dr. Sukristiyonubowo
13.40-13.50	OB-19	Sistem Usaha Tani Labu Siam Berbasis Konservasi Lahan Studi Kasus di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah (Retno Pangestuti)	Ir. Nurjaya, MP
13.50-14.00	OB-20	Aplikasi GeoSPLASH versi 1.0 untuk Memilih Tanaman Sayur2an dan Teknik Konservasi Tanah di Mikro DAS Cisangkuy (Tagus Vadari)	
14.00-14.10	OB-21	Penerapan Paket Teknologi Budi Daya Cabai pada Dataran Tinggi Kerinci (Syafri Edi)	
14.10-14.30		Diskusi	
14.30-14.50		Rehat	
14.50-15.00	OB-22	Mekanisme Pupuk Fosfor di Tanah Andisol. Dataran Tinggi Terhadap Kandungan Titerpenoid dan Asiaticosida Tanaman Biofarmaka (Sutardi)	Dr. Benito Heru Purwanto
15.00-15.10	OB-23	Kajian Aplikasi Nitrification pada Budi Daya Sayuran Dataran Tinggi (Nunuk Suprihati)	Ir. A. Kasno, MSi
15.10-15.20	OB-24	Pengaruh Pemberian Si terhadap Hasil dan Serapan Si Oleh Jagung pada Andisols (Eko Hanudin)	
15.20-15.30	OB-25	Peningkatan Produksi Tanaman Tomat melalui Penerapan Pupuk Majemuk Lengkap Arga Agro A di Lahan Dataran Tinggi (Endjang Sujitno)	
15.30-15.50		Diskusi	
15.50-16.00	OB-26	Aktifitas Fosfatase dan Kandungan P Andisols Serta Hasil Tanaman Jagung Manis yang di Pengaruhi oleh Bakteri Pelarut Fosfat (Betty Natalie F <i>et al</i>)	Dr. Husnain Ir. Maryam
16.00-16.10	OB-27	Residu Pestisida di Lahan Sayuran Dataran Tinggi Dieng (Poniman)	

Waktu		Materi/Pembicara	Moderator/Sekretaris
16.10-16.30		Diskusi	
SIDANG PLENO (Auditorium Ismunadji)			
16.30-16.50		Pembacaan Rumusan	Dr. Diah Setyorini
16.50-17.00		Announcement of IHSS International Symposium "Sustainable Vegetables Production in Southeast Asia". Held in Salatiga, 13-17 March 2011	Prof. Stefaan De Neve
		Penutupan	Ka. Balittanah

DAFTAR PESERTA

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT	NO. TLP
1	Ir. M.T. Sutriadi, Msi	Balingtan	Jakenan- Pati	08121922077
2	Poniman	Balingtan	Jakenan- Pati	0295385215
3	Dr. Nata Suharta	BBSDLP	Bogor	02518323012
4	Dr. Sukristiyonubowo	Balittanah	Bogor	081226277259
5	Ir. Ratih D. Hastuti, Msi	Balittanah	Bogor	08128828519
6	Dr. Edi Husen	Balittanah	Bogor	08128932044
7	Nanan Sri Mulyani	Balittanah	Bogor	08128019856
8	Sutisni D	Balittanah	Bogor	08129633457
9	Dr. Kusumo Nugroho	BBSDLP	Bogor	0811942232
10	Ir. Umi Haryati	Balittanah	Bogor	081380768193
11	Dr. Markus Anda	BBSDLP	Bogor	02518323012
12	Ir. Enggis Tuherkih	Balittanah	Bogor	08121108980
13	Dr. Fahmudin Agus	Balittanah	Bogor	08129401106
14	Bambang Hendro	BBSDLP	Bogor	02518323012
15	Dr. Husnain	Balittanah	Bogor	081384087700
16	Dr. Al-Jabri	Balittanah	Bogor	081385022246
17	Dr. Irawan	Balittanah	Bogor	08161642453
18	Erni Y	Balittanah	Bogor	081387617825
19	Surono	Balittanah	Bogor	081317090927
20	Nurmegawati, SP	BBSDLP	Bogor	085267824674
21	Ir. Prastowo Kabar	Balittanah	Bogor	-
22	Supardi Suping	Balittanah	Bogor	08129172053
23	Dr. Undang Kurnia	Balittanah	Bogor	08128005346
24	Dr. Neneng L. Nurida	Balittanah	Bogor	08129918372
25	Dr. Astu Unadi, MEng	Balitiklimat	Bogor	02518312760
26	Rosminik, MSi	Balittanah	Bogor	087870140732
27	Drs. Ea Kosman	Balittanah	Bogor	081388320855
28	Dra. Sri Widati	Balittanah	Bogor	081586023132
29	Ir. Suratman	BBSDLP	Bogor	08129937333
30	Dr. D. Subardja	BBSDLP	Bogor	081310540020
31	Nuraini	Balittanah	Bogor	02518336757
32	Farida Manalu	Balittanah	Bogor	02518336757
33	Suwandi, SP	Balittanah	Bogor	081317178352
34	Dr. Abdullah Abas	Balittanah	Bogor	081382734707
35	Udin Hasanudin, SP	Balittanah	Bogor	08128286729
36	Ibrahim Adamy, SP	Balittanah	Bogor	081316913319
37	V. Kasmini	Balittanah	Bogor	081310810385
38	A. Kasno	Balittanah	Bogor	08121823107
39	Sukmara	BBSDLP	Bogor	0818103453
40	Linca Anggria, Ssi, MSc	Balittanah	Bogor	08129489975
41	Mulyadi	Balittanah	Bogor	081390752080
42	Mindawati	Balittanah	Bogor	08128286927
43	Yuni	Balittanah	Bogor	02518321608
44	Dr. Diah Setyorini	Balittanah	Bogor	08521618530
45	Ir. Ladiyani Retno W, MSc	Balittanah	Bogor	08128344706
46	Ir. Maryam	Balittanah	Bogor	081310368446
47	Dr. IGM Subiksa	Balittanah	Bogor	081326047437
48	Prof. Dr. Didi Ardi S	Balittanah	Bogor	0818415348
49	Dr. Subowo	Balittanah	Bogor	085725265477
50	Elsanti	Balittanah	Bogor	081806001437
51	Ir. Tagus Vadari	Balittanah	Bogor	02517112655
52	Ir. Didik S Hastono	Balittanah	Bogor	085238695971

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT	NO. TELP
53	Saefoel Bahri	BBSDLP	Bogor	02518323012
54	Didik P	Balittanah	Bogor	02518323012
55	Wahid	BBSDLP	Bogor	02518323012
56	Prof. Stefaan De Neve	UGent	Gent- Belgia	081281130228
57	Dr. Rachman Sukman	Balitsa	Lembang	022-2786245
58	Drs. Supriadi	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	0274 4477052
59	Kurnianita	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	0274 4477052
60	Murwati	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	081227002297
61	Dr. Arief Hartono, MSc	IPB	Bogor	08121108782
62	Sri Mulia A	Balitsa	Lembang	081322607884
63	Chotimatul Azmi	Balitsa	Lembang	085217681938
64	Maretha Isyana	IPB	Bogor	085692044425
65	Octoviana Tri Suci	IPB	Bogor	085641624007
66	Dr. Ir. Sri Djuniwati	IPB	Bogor	081315500527
67	Asdar Iswati	IPB	Bogor	08129517099
68	Ir. Ahmad Damiri, Msi	BPTP Bengkulu	Bengkulu	081271690524
69	Prof. Dr. Warnita	UNAND	Padang	081535253403
70	Prof. Dr. Zulfadly Syarif	UNAND	Padang	081363031953
71	Prof. Irfan Suliansyah	UNAND	Padang	081363465665
72	Siti Maryam	UNPAD	Bandung	08122025526
73	Prof. Hidayat Salim	UNPAD	Bandung	0811215330
74	Tamyid Syammusa	UNPAD	Bandung	081321390893
75	Dr. Benito Heru Purwanto	UGM	Yogyakarta	081328009705
76	Ir. Nasih Widya Yuwono, MP	UGM	Yogyakarta	08157900387
77	Ir. Nila Wardani, Msi	BPTP Lampung	Lampung	0816735841
78	Prof. Bambang D. Kertonegoro	UGM	Yogyakarta	081578586655
79	Ir. Tuti Susilowati, Msi	BPTP Banten	Serang	62-254 281055
80	M. Amir S	UNPAD	Bandung	081220066444
81	Dr. Anny Yuniarti	UNPAD	Bandung	08122246327
82	Tien Kurniatin	UNPAD	Bandung	08122045547
83	Dr. Betty Natalie Fitriatin	UNPAD	Bandung	08122387122
84	Oviyanti Mulyani	UNPAD	Bandung	08569822167
85	Dr. Rina Devnita	UNPAD	Bandung	0816625960
86	Ir. Resmayeti Purba, Msi	BPTP Banten	Serang	0254-210450
87	Maulia A Susanti	Balitra	Banjar Baru- Kalsel	081351399773
88	Ifan Supriyanto	UNPAD	Bandung	085722203028
89	Aditya Surya R	UNPAD	Bandung	085720928288
90	Abdul Hasym S	UNPAD	Bandung	085624646587
91	Tri Martini, SP, Msi	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	0274 884662
92	Fibriyanti, SP, Msi	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	0274 4477052
93	Ir. Hendi Supriyadi, Msi	BPTP Jabar	Lembang	081369211171
94	Dra. Sri Murtiani	BPTP Jabar	Lembang	0817220985
95	Ir. Titiek Maryati S Msi	BPTP Jabar	Lembang	081319245724
96	Lilik Tri Indriyati	IPB	Bogor	081317419501
97	Apong Sandrawati	UNPAD	Bandung	081310296815
98	Rachmad A	PT. Rolimex KN	Jakarta	0811998980
99	Dr. Budi Nugroho	IPB	Bogor	081389598282
100	Tri Yunita	Distan Kab. Bogor	Bogor	081510316645
101	M. Budiningsih	Diperta Lampung	Lampung	0721-703775
102	Fania V S.	Diperta Lampung	Lampung	0721-703775
103	Ir. Endjang Sujitno, MP	BPTP Jabar	Bandung	081321103507
104	Taemi Fahmi, SPT	BPTP Jabar	Bandung	08132176423

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT	NO. TELP
105	Dr.Ir. Nenny Nurlaeny, MS	UNPAD	Bandung	022-7797200
106	Dr. Ika Mertikawati	UNPAD	Bandung	022-7797200
107	Maya Damayani	UNPAD	Bandung	08522576919
108	Yuliati Machfud	UNPAD	Bandung	08156149715
109	Dr. Mieke R Setiawati	UNPAD	Bandung	08122147664
110	Dra. Arti Djatiharti, MP	BPTP Yogyakarta	Yogyakarta	081369686886
111	Emma T S	UNPAD	Bandung	02291732977
112	Anne Nurbaity	UNPAD	Bandung	0811216020
113	Gina Aliya Sopha	Balitsa	Lembang	081910043270
114	Suwarni T R	Balitsa	Lembang	085846093335
115	Nani Sumarni	Balitsa	Lembang	022-2786245
116	Ana Feronika C I, SP, MP	BPTP Jakarta	Jakarta	08122696873
117	Ikrarwati, SP	BPTP Jakarta	Jakarta	08122696873
118	Dr. Ir. Eko Hanudin, MS	UGM	Yogyakarta	08122748184
119	Ir. Sostenis S, Msi	BPTP Jakarta	Jakarta	021-30309343
120	Cahyati Setiani	BPTP Jateng	Ungaran	0811275470
121	Lutfi Izhar	BPTP Jambi	Jambi	08121389986
122	Suprihati	UKSW	Salatiga	081326047437
123	Drh. Neng Riris S	BPTP Jakarta	Jakarta	085921254379
124	Ir. Rachmat Agustono	PT. Rolimex	Jakarta	021-42887070