

JURNAL BUDIDAYA TANAMAN
KULTIVASI

Volume 16 Nomer 1 Maret 2017

PENASIHAT / ADVISOR

Ketua Peragi Komda Jawa Barat
Dekan Fakultas Pertanian

PENANGGUNG JAWAB

Plt. Kepala Departemen Budidaya Pertanian
Universitas Padjadjaran
Kusumiyati

DEWAN REDAKSI / EDITORIAL BOARD

Ketua

Tati Nurmala

Sekretaris

Yudithia Maxiselly

Reviewer

Anne Nuraini, Erni Suminar

(Teknologi Benih/ Seed Technology)

Tati Nurmala, Agus Wahyudin, Fiky Yulianto

Wicaksono, Aep Wawan Irwan

(Ilmu Tanaman Pangan / Food Crop Production)

Santi Rosniawaty, Yudithia Maxiselly

(Ilmu Tanaman Perkebunan / Estate Crop Production)

Syariful Mubarak

(Hortikultura / Horticulture)

Sosiawan Nusifera

(Pemuliaan Tanaman Universitas Jambi / Breeding Science)

Tien Turmuktini

(Ekofisiologi Tanaman Universitas Winaya Mukti/ Plant

Ecophysiology)

STAF TEKNIS (TECHNICAL STAFF)

Aep Wawan Irwan

Fiky Yulianto Wicaksono

DITERBITKAN OLEH / PUBLISHED BY:

Departemen Budidaya Pertanian UNPAD

Terbit Tiga Kali Setahun

Setiap Bulan Maret, Agustus dan Desember

**ALAMAT REDAKSI & PENERBIT / EDITORIAL &
PUBLISHER'S ADDRESS**

"KULTIVASI"

Jurnal Budidaya Tanaman

Departemen Budidaya Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Gedung Budidaya Pertanian Lt. 3

Jl. Raya Jatinangor Km 21

Ujungberung Bandung - 40600

Telp. (022) 7796320

website : jurnal.unpad.ac.id/kultivasi

PENGANTAR REDAKSI

Edisi ini *Kultivasi* menerbitkan Volume 16 Nomer 1, ini merupakan edisi awal di tahun 2017. Semoga edisi ini menjadi awal yang baik untuk menyemangati peneliti pertanian kita untuk terus mempublikasikan hasil penelitiannya lewat tulisan salah satunya melalui *Kultivasi*. Kami masih menampilkan karya-karya dari berbagai bidang seperti perkebunan, pangan, hortikultura, dan pemuliaan tanaman. Penulis pada edisi ini juga terdiri dari berbagai universitas tidak saja dari Unpad begitupun reviewernya, semoga dengan ini akan meningkatkan kualitas jurnal yang kami kelola. Semoga kerjasama ini menjadi awal yang baik untuk kemajuan jurnal-jurnal penelitian bidang pertanian pada umumnya, dan jurnal *Kultivasi* yang kami kelola pada khususnya. Hal ini juga semoga mendorong para peneliti dan akademisi untuk memiliki wadah berbagai ilmu yang semakin banyak dan berkualitas tinggi. Kami terus menanti partisipasi seluruh elemen baik dari kalangan akademisi, peneliti ataupun praktisi yang memiliki tulisan ilmiah tentang dunia budidaya tanaman untuk menerbitkannya di jurnal yang kami kelola pada edisi-edisi selanjutnya. Selamat membaca

Salam Redaksi

PETUNJUK PENULISAN NASKAH UNTUK JURNAL BUDIDAYA TANAMAN KULTIVASI

Persyaratan Umum

Jurnal *Budidaya Tanaman Kultivasi* terbit berkala tiga kali dalam setahun Maret, Agustus dan Desember. Jurnal ini memuat hasil-hasil kegiatan penelitian, penemuan dan buah pikiran di bidang produksi dan manajemen tanaman, agronomi, fisiologi tanaman, ilmu gulma, ilmu benih dan pemuliaan tanaman dari para peneliti, staf pengajar serta pihak-pihak lain yang terkait. Tulisan yang memenuhi persyaratan ilmiah dapat diterbitkan. Naskah asli dikirimkan kepada redaksi sesuai dengan ketentuan penulisan seperti tercantum di bawah. Redaksi berhak mengubah dan menyarankan perbaikan-perbaikan sesuai dengan norma-norma ilmu pengetahuan dan komunikasi ilmiah. Redaksi tidak dapat menerima makalah yang telah dimuat di media publikasi lain.

Naskah ditik pada kertas HVS ukuran kuarto (28,5 x 21,5) dengan jarak 1,5 spasi dan panjang tulisan berkisar antara 6-15 halaman. Tulisan di dalam Jurnal *Budidaya Tanaman Kultivasi* dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dengan gaya bahasa efektif dan akademis.

Naskah lengkap dikirimkan ke redaksi Jurnal *Kultivasi* disertai surat pengantar dari penulis atau via email ke: kultivasi@unpad.ac.id. Jumlah naskah yang dikirim sekurang-kurangnya dua eksemplar, salah satu diantaranya berupa naskah asli disertai *soft file*. Gambar dan foto hitam putih asli (bukan fotokopi) harus disertakan. Naskah yang diterima redaksi akan mendapatkan bukti penerimaan naskah. Untuk penulis yang naskahnya dimuat akan dikenakan biaya cetak Rp 200.000,- per makalah yang dananya harus ditransfer ke Rekening BNI Cabang Unpad No 0293244770 atas nama Yudithia Maxiselly.

Persyaratan Khusus

Artikel Kupasan (Review):

Artikel harus mengupas secara kritis dan komprehensif perkembangan suatu topik yang menjadi *public concern* aktual berdasarkan temuan-temuan baru dengan didukung oleh kepustakaan yang cukup dan terbaru. Sebelum menulis artikel, disarankan agar penulis menghubungi Ketua Dewan Redaksi untuk klarifikasi topik yang dipilih.

Sistematika penulisan artikel kupasan terdiri dari: **Judul**, **nama penulis** serta **alamat**

korespondensi; *Abstract* dengan *keywords*; Sari dengan kata kunci; Pendahuluan (*Introduction*) berisi justifikasi mengenai pentingnya topik yang dikupas; Pokok bahasan; Kesimpulan (*Conclusion*); Ucapan Terimakasih (*Acknowledgment*); dan Bahan Bacaan (*References*).

Artikel Penelitian (Research):

Naskah asli penelitian disusun berdasarkan bagian-bagian berikut:

JUDUL harus singkat dan menunjukkan identitas subyek, tujuan studi dan memuat kata-kata kunci dan ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Judul berkisar antara 6-20 kata, dibuat dengan huruf kapital kecuali nama latin yang ditulis miring (*italic*).

NAMA PENULIS para penulis harus mencantumkan nama tanpa gelar, profesi, instansi dan alamat tempat kerja dan email penulis dengan jelas sesuai dengan etika yang berlaku. Apabila ditulis lebih dari seorang penulis, hendaknya penulisan urutan nama disesuaikan dengan tingkat besarnya kontribusi masing-masing penulis. Penulisan nama penulis pertama ditulis suku kata terakhir terlebih dahulu (walaupun bukan nama keluarga), sedangkan penulis selanjutnya suku kata awal disingkat dan suku kata selanjutnya ditulis lengkap. Contoh : Tati Nurmala dan Yudithia Maxiselly maka ditulis menjadi Nurmala, T. dan Y. Maxiselly

ABSTRACT merupakan tulisan informatif yang merupakan uraian singkat yang menyajikan informasi tentang latar belakang secara ringkas, tujuan, metode, hasil dan kesimpulan penelitian. Abstract ditulis dalam bahasa Inggris maksimum 250 kata dilengkapi dengan **keywords**.

SARI merupakan abstract versi bahasa Indonesia, ditulis dalam bahasa Indonesia maksimum 250 kata dilengkapi dengan **kata kunci**.

PENDAHULUAN (*Introduction*) menyajikan latar belakang pentingnya penelitian, hipotesis yang mendasari, pendekatan umum dan tujuan penelitian serta tinjauan pustaka terkait.

BAHAN DAN METODE (*Materials and Method*) berisi penjelasan mengenai bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan, waktu, tempat, teknik dan rancangan percobaan serta analisis statistika. Harus detail dan jelas sehingga *repeatable* dan

reproduceable. Jika metode yang digunakan sudah diketahui sebelumnya maka pustakanya harus dicantumkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN (*Result and Discussion*) diuraikan secara singkat dibantu dengan tabel, grafik dan foto-foto yang informatif. Pembahasan merupakan tinjauan hasil penelitian secara singkat dan jelas serta merujuk pada tinjauan pustaka terkait.

Keterangan Tabel atau Gambar ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Keterangan dalam bahasa Inggris ditulis dengan huruf miring (*italic*).

KESIMPULAN DAN SARAN (*Conclusion and Suggestion*) merupakan keputusan dari penelitian yang dilakukan dan saran tindak lanjut untuk bahan pengembangan penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgment*) kepada sponsor ataupun pihak-pihak yang mendukung penelitian secara singkat.

DAFTAR PUSTAKA (*Literature Cited*) mencantumkan semua pustaka terkait berikut semua keterangan yang lazim dengan tujuan memudahkan penelusuran bagi pembaca yang membutuhkan. Hanya mencantumkan pustaka yang sudah diterbitkan baik berupa *textbook* ataupun artikel ilmiah. Menggunakan sistem penulisan nama penulis artikel yang berlaku internasional (nama belakang sebagai entri meskipun nama tersebut bukan menunjukkan nama keluarga).

Di dalam teks, pustaka harus ditulis sebagai berikut: Dua penulis : Tati Nurmala dan Yudithia Maxiselly *maka ditulis* Nurmala dan Maxiselly (2014) atau (Nurmala dan Maxiselly, 2014).

Tiga penulis atau lebih : Nurmala, dkk. (2014) atau (Nurmala dkk., 2014).

Gunakan *et al.* untuk pustaka berbahasa Inggris dan **dkk.** untuk pustaka berbahasa Indonesia.

Contoh penulisan daftar pustaka :

Buku : Judul buku semua huruf awal berupa huruf kapital kecuali kata hubung/sambung (*pada, dari, of, on*)

Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian (Edisi Revisi). Kanisius. Yogyakarta.

Jika merupakan bagian dari halaman buku:

Chandrasekaran, B., K. Annadurai, and E. Somasundaram. 2010. Seasons and Systems of Farming. Pp 279-82 *in* A Textbook of Agronomy. New Age International Publishers. New Delhi.

Artikel Jurnal/majalah: pada judul artikel hanya huruf awal dan nama diri saja yang kapital. Penyingkatan nama jurnal mengikuti anjuran jurnal yang disitir.

Yang, Y.K., S.O. Kim., H.S. Chung., and Y.H. Lee. 2000. Use of *Colletotrichumgramini-cola* KA001 to control barnyard grass. Plant Dis. 84: 55-59

Versi elektronik :

Malik, V.S. and M.K. Sahora. 1999. Marker gene controversy in transgenic plants. USDA-APHIS internet site and J.Plant Biochemistry & Biotechnology 8 : 1-13. Available online at <http://www.agbios.com/articles/2000186-A.htm> (diakses 22 Oktober 2002)

Dari CD-ROM/e-book:

Agronomy Journal, Volume 17-22. 1925-1930 (CD-ROM Computer file). ASA, Madison, WI and natl. Agric. Libr. Madison, WI (Nov, 1994)

Irwan, A. W. · T. Nurmala · T.D. Nira

Pengaruh jarak tanam berbeda dan berbagai dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut (*Coix lacryma-jobi* L.) di dataran tinggi Punclut

The effect of different plant spacing with various dosages of chicken manure on growth and yield of job's tears (*Coix lacryma-jobi* L.) on Punclut

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract The aim of this research was to observe the effects of different plant spacing and various dosage of chicken manure on growth and yield of job's tears in order to obtain one of plant spacing with dosage of chicken manure combination which gave the best effect on growth and yield of job's tears. The experiment was carried out from December 2015 to May 2016 at Punclut, with altitude about 1095 m above the sea level, Latosol type of soil, type C₂ of rainfall according to Oldeman Classification. The experiment used Randomized Block Design (RBD) which consisted of nine treatments and repeated three times. The treatment were spacing 50 x 50 cm + 0 ton/ha chicken manure, 50 x 50 cm + 1 ton/ha, 50 x 50 cm + 2 ton/ha, 75 x 50 cm + 0 ton/ha, 75 x 50 cm + 1 ton/ha, 75 x 50 cm + 2 ton/ha, 100 x 50 cm + 0 ton/ha, 100 x 50 cm + 1 ton/ha, and 100 x 50 cm + 2 ton/ha. The results of the experiment showed that the treatment of different plant spacing and various dosages of chicken manure could affect the growth and the yield of job's tears. The treatment of spacing 75 x 50 cm + 2 ton/ha chicken manure could improve grain weight per crop of job's tears.

Keywords : Plant spacing · Chicken manure · Job's tears

Sari Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh jarak tanam yang berbeda dan berbagai dosis pupuk kandang ayam serta memperoleh salah satu kombinasi jarak tanam

Dikomunikasikan oleh Fiky Yulianto Wicaksono

Irwan, A. W.¹ · T. Nurmala¹ · T.D. Nira²

¹ Staf Pengajar Dept. Budidaya Pertanian Fak. Pertanian Unpad

² Alumni Fakultas Pertanian Unpad

Korespondensi: aep_wawan_irwan@yahoo.co.id

dengan dosis pupuk kandang ayam yang memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan dan hasil hanjeli pulut. Percobaan dilaksanakan dari bulan Desember 2015 sampai bulan Mei 2016 di Punclut, Lembang, Kabupaten Bandung dengan ketinggian tempat mencapai 1095 m di atas permukaan laut, dengan tanah Latosol dan tipe iklim C₂ menurut klasifikasi Oldeman. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 9 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali, dengan perlakuan kombinasi jarak tanam 50 x 50 cm + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, 50 x 50 cm + 1 ton/ha, 50 x 50 cm + 2 ton/ha, 75 x 50 cm + 0 ton/ha, 75 x 50 cm + 1 ton/ha, 75 x 50 cm + 2 ton/ha, 100 x 50 cm + 0 ton/ha, 100 x 50 cm + 1 ton/ha, dan 100 x 50 cm + 2 ton/ha. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam berbeda dan pemberian berbagai dosis pupuk kandang ayam dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut. Perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm dan 2 ton/ha pupuk kandang ayam dapat meningkatkan bobot biji per rumpun tanaman hanjeli pulut.

Kata kunci: Jarak tanam · Pupuk kandang ayam · Hanjeli

Pendahuluan

Penduduk Indonesia masih tergantung kepada beras sebagai pangan utamanya dan merupakan faktor utama pendorong terjadinya kerawanan pangan di Indonesia (lebih dari 90%). Di sisi lain, produksi beras dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan

penduduk Indonesia yang setiap tahunnya terus meningkat. Tahun 2015, jumlah penduduk Indonesia meningkat sebesar 1,49% dari tahun sebelumnya sedangkan produksi beras hanya meningkat 1,24% (BPS, 2016). Konsumsi beras di Indonesia mencapai 135,20 kg/kapita/tahun jauh melebihi rata-rata tingkat konsumsi dunia yaitu 60 kg/kapita/tahun (BPS, 2016). Salah satu upaya mengatasi masalah ketergantungan beras tersebut adalah pengembangan pangan lokal. Indonesia memiliki beragam tanaman penghasil sumber karbohidrat alternatif non beras yang berpotensi untuk pengembangan diversifikasi pangan lokal (Nurmala dkk., 2009). Tanaman sereal lokal yang potensial sebagai penghasil karbohidrat salah satunya adalah tanaman hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.).

Hanjeli merupakan tanaman sereal yang tidak hanya untuk pangan tetapi dapat dimanfaatkan juga sebagai pakan, obat dan bahan baku industri kerajinan (Nurmala, 2003). Tanaman ini merupakan tanaman penting setelah padi dan jagung di Indonesia dan beberapa kawasan seperti China bagian selatan (Duke, 1983). Hanjeli memiliki kandungan lemak, protein dan vitamin B₁ paling tinggi dibandingkan dengan sereal lain seperti beras, jagung, millet, sorgum dan barley (Grubben dan Partohardjono, 1996), selain itu hanjeli juga memiliki kandungan kalsium yang tinggi hampir setara dengan millet. Menurut Wu *et al.* (2007), kandungan lemak hanjeli paling tinggi yaitu sebesar 7%.

Daerah asal hanjeli adalah Asia Tenggara termasuk Indonesia (Taylor, 1953). Di Indonesia banyak ditemukan di lahan hutan sebagai tanaman liar. Menurut Marco *et al.* (2012), hanjeli telah lama dikonsumsi sebagai sereal sehat bernutrisi di negara-negara Asia seperti China, Jepang, Philipina, Burma dan Thailand. Hanjeli masih kurang berkembang di Indonesia dikarenakan kurangnya pengetahuan dan minat petani tentang tanaman hanjeli. Umur tanaman yang panjang sekitar 5 - 6 bulan merupakan alasan kurangnya minat petani. Tanaman hanjeli khususnya di Jawa Barat masih dibudidayakan oleh masyarakat sebagai tanaman selingan di lahan marginal tanpa teknik budidaya yang intensif, tanpa pemupukan ataupun pemeliharaan lain (Nurmala, 2003). Oleh karena itu, pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli yang dihasilkan masih sangat rendah.

Teknik budidaya yang intensif ternyata diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan

dan hasil tanaman. Potensi hasil hanjeli mencapai 4 - 6 ton/ha biji berkulit atau 2 - 3 ton/ha biji pecah kulit (Nurmala, 2015). PROSEA dan FAO melaporkan bahwa produktivitas hanjeli mencapai 2 - 4 ton/ha biji pecah kulit dengan presentase penggilingan (jumlah biji setelah pengupasan) sekitar 30 - 50%.

Salah satu cara untuk mencapai produktivitas tersebut adalah pengaturan populasi tanaman dengan mengatur jarak tanam yang sesuai untuk tanaman hanjeli. Penggunaan jarak tanam pada dasarnya adalah memberikan kemungkinan tanaman untuk tumbuh dengan baik tanpa mengalami banyak persaingan dalam hal mengambil air, unsur-unsur hara, dan cahaya matahari. Jarak tanam yang tepat penting untuk tanaman dalam memperoleh ruang tumbuh yang seimbang.

Beberapa hasil penelitian pada tanaman hanjeli menunjukkan bahwa penggunaan jarak tanam mampu meningkatkan bobot biji per hektar tanaman hanjeli dibandingkan dengan penanaman tradisional yang tidak memakai jarak tanam. Penelitian Vanny (2014), penggunaan jarak tanam 60 x 50 cm menghasilkan biji 2,11 ton/ha. Penelitian Azka (2014) menunjukkan pada jarak tanam 80 x 40 cm menghasilkan biji 4,28 ton/ha.

Faktor lain yang mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli selain pengaturan jarak tanam adalah peningkatan kesuburan tanah. Salah satu upaya dalam meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemberian bahan organik yang dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam menyimpan air, meningkatkan kapasitas infiltrasi, memperbaiki drainase tanah dan meningkatkan produktivitas tanah (Sutanto, 2002).

Pupuk kandang merupakan salah satu sumber bahan organik yang mudah didapat dan banyak tersedia disekitar petani. Pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman, mengurangi penggunaan dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia (Martin *et al.*, 2006), dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga mampu meningkatkan jumlah pori-pori tanah sehingga akhirnya menjadi media yang cocok bagi pertumbuhan tanaman karena jangkauan akar semakin luas sehingga penyerapan hara semakin mudah. Meluasnya jangkauan akar dan meningkatnya serapan hara diharapkan menaikkan efisiensi pemupukan sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik (Wahyuningsih,

2005). Salah satu jenis pupuk kandang yang umum digunakan petani adalah pupuk kandang ayam. Umumnya petani lebih menyukai kotoran ayam karena kandungan N, P, K dan Ca lebih tinggi dibandingkan kotoran ternak lain (Setyorini, 2006).

Menurut Hartatik dan Widowati (2010), pupuk kandang ayam merupakan sumber yang baik bagi unsur-unsur hara makro dan mikro yang mampu meningkatkan kesuburan tanah serta menjadi substrat bagi mikroorganisme tanah dan meningkatkan aktivitas mikroba, sehingga lebih cepat terdekomposisi dan melepaskan hara. Kombinasi antara jarak tanam dan pupuk kandang dapat bersinergi untuk meningkatkan hasil tanaman hanjeli. Tanah yang semakin subur, maka pengaturan jarak tanam dapat dipersempit agar didapat populasi tanaman yang lebih banyak. Persaingan tanaman terhadap unsur hara menjadi lebih rendah karena tingkat kesuburan tanahnya lebih tinggi dengan adanya pupuk kandang ayam. Aplikasi pupuk kandang ayam juga diyakini memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan daur hara langsung pada akar tanaman sehingga mendorong pertumbuhan tanaman. Untuk itu diperlukan kombinasi yang tepat antara jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh jarak tanam dan dosis pupuk kandang yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Punclut, Kabupaten Lembang, Provinsi Jawa Barat. Percobaan dilakukan pada bulan Desember 2015 sampai dengan bulan Mei 2016.

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini ialah benih hanjeli pulut Genotip 37 (benih dari koleksi Laboratorium Produksi dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran). Pupuk kotoran ayam dengan dosis 0 ton/ha, 1 ton/ha, dan 2 ton/ha, pupuk NPK majemuk 15:15:15, dan insektisida dan nematisida karbofuran. Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini ialah alat-alat pertanian, alat ukur (penggaris/meteran), dan timbangan biasa dan digital, alat-alat laboratorium untuk analisa kimia, oven listrik, termometer, *leaf area meter* (untuk mengukur

luas daun), *fruit hardness tester* (untuk mengukur kekerasan biji) dan alat tulis.

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari sembilan perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali tiap perlakuan, sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan yaitu : A = Jarak tanam 50 cm x 50 cm + 0 ton/ha; B = Jarak tanam 50 cm x 50 cm + 1 ton/ha; C = Jarak tanam 50 cm x 50 cm + 2 ton/ha; D = Jarak tanam 75 cm x 50 cm + 0 ton/ha; E = Jarak tanam 75 cm x 50 cm + 1 ton/ha; F = Jarak tanam 75 cm x 50 cm + 2 ton/ha; G = Jarak tanam 100 cm x 50 cm + 0 ton/ha; H = Jarak tanam 100 cm x 50 cm + 1 ton/ha dan I = Jarak tanam 100 cm x 50 cm + 2 ton/ha.

Analisis data percobaan dilakukan berdasarkan model Rancangan Acak Kelompok. Uji Fischer pada taraf uji 5 % dilakukan dengan menguji peluang dari variasi di antara nilai rata-rata perlakuan dan bila berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji gugus Scott-Knott pada taraf 5% untuk menguji perbedaan antar masing-masing nilai rata-rata perlakuan.

Pengolahan lahan dilakukan satu minggu sebelum tanam dengan menggunakan cangkul, kemudian tanah dibuat petakan-petakan berukuran 4 m x 2 m sebanyak 27 petak. Jarak antar ulangan 1 m dan jarak antar perlakuan 0,5 m. Pupuk kandang ayam sebagai perlakuan diaplikasikan bersamaan dengan pengolahan lahan dengan cara dilarik secara merata sesuai dosis per petak perlakuan. Adapun dosis yang digunakan yaitu 0 ton/ha; 1 ton/ha dan 2 ton/ha. Pengaturan jarak tanam dilakukan dengan menggunakan meteran sesuai dengan perlakuan yaitu 50 cm x 50 cm; 75 cm x 50 cm dan 100 cm x 50 cm.

Benih ditanam sesuai dengan masing-masing jarak tanam yang telah ditentukan. Lubang tanam dibuat menggunakan tugal dengan kedalaman 5,0 cm, lalu insektisida karbofuran ditaburkan ke dalam lubang lalu ditutup dengan tanah, kemudian memasukkan benih dengan jumlah tiga biji setiap polybag lalu di tutup dengan tanah. Pada saat umur 4 MST dilakukan penjarangan dan disisakan satu tanaman.

Pemberian pupuk NPK majemuk 15:15:15 dengan dosis 350 kg/ha. Pemberian pupuk NPK majemuk diberikan pada saat 1 mst dan pupuk susulan berupa urea sebanyak 200 kg/ha pada 12 MST.

Pemeliharaan tanaman hanjeli meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, pengendalian gulma, hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan setiap hari apabila tidak turun hujan. Penyulaman dilakukan 21-24 hst. Penyiangan gulma dilakukan setiap ada yang tumbuh sepanjang percobaan penelitian dilaksanakan. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis dengan menggunakan tangan atau kored.

Hanjeli dipanen ketika tanaman telah mencapai matang fisiologis, yaitu sekitar 165 HST. Ciri-ciri tanaman hanjeli siap panen yang ditandai dengan biji yang telah berisi, keras apabila dipijit. Warna biji hanjeli setelah matang berwarna putih sampai coklat dan ungu. Pengamatan penunjang merupakan pengamatan yang digunakan untuk memperkuat dan memperjelas hasil percobaan serta untuk menunjang pengamatan utama. Pengamatan dalam percobaan ini meliputi pengamatan karakter kuantitatif dan kualitatif menggunakan semua tanaman hanjeli yang tumbuh. Komponen pertumbuhan meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun, jumlah anakan per rumpun, jumlah srisip per rumpun, indeks luas daun (ILD), nisbah pupus akar (NPA) dan biomassa tanaman total. Komponen hasil meliputi jumlah malai per rumpun, jumlah biji per rumpun, bobot biji per rumpun (g), bobot 100 butir (g), rendemen biji pecah kulit (RBPK) (%), kekerasan biji dan indeks panen.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman. Pengukuran tinggi tanaman hanjeli dilakukan pada saat tanaman berumur 3, 5, 7, 9, dan 11 MST. (dapat dilihat pada Tabel 1).

Berdasarkan hasil analisis data statistik pada Tabel 1 diketahui bahwa perlakuan jarak tanam dan pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman hanjeli pada 3, 5, dan 7 MST, sedangkan pada 9 dan 11 MST, perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman hanjeli. Pada awal fase pertumbuhan, fotosintat yang dihasilkan tanaman lebih difokuskan pada pertumbuhan vegetatif tanaman, salah satunya adalah tinggi tanaman. Berdasarkan data terlihat adanya kecenderungan penambahan pupuk kandang

ayam dapat menyebabkan penambahan tinggi tanaman. Penambahan pupuk kandang ayam 1 ton/ha dan 2 ton/ha menghasilkan tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan pupuk kandang ayam.

Tabel 1. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam Terhadap Tinggi Tanaman Hanjeli 3, 5, 7, 9 Dan 11 MST.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST
A	18,49 b	39,28 b	63,63 b	92,83 a	144,33 a
B	18,80 b	41,24 b	69,67 b	94,83 a	150,17 a
C	22,33 b	42,82 b	73,42 b	97,58 a	157,67 a
D	18,30 b	38,63 b	60,37 b	89,50 a	132,17 a
E	18,72 b	38,79 b	64,54 b	92,37 a	138,83 a
F	20,25 b	39,96 b	69,42 b	95,42 a	144,83 a
G	15,24 a	32,30 a	56,17 a	83,33 a	124,83 a
H	15,55 a	32,56 a	56,75 a	84,58 a	127,83 a
I	16,24 a	33,56 a	58,96 a	86,33 a	128,58 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Pemberian pupuk kandang ayam dapat menambah unsur nitrogen. Kandungan nitrogen sangat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam 1 ton/ha atau 2 ton/ha mendapatkan unsur nitrogen lebih banyak dibandingkan tanaman tanpa pemberian pupuk kandang ayam. Tanaman tanpa pemberian pupuk kandang ayam hanya memanfaatkan unsur nitrogen yang ada di dalam tanah sedangkan kandungan nitrogen dalam tanah percobaan termasuk kriteria sedang yaitu 0,21%. Berbeda dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam yang mendapatkan nitrogen tambahan. Hasil analisis pupuk kandang ayam menunjukkan kandungan N yang tergolong sangat tinggi yaitu 0,91%. Unsur nitrogen mampu meningkatkan asam amino dalam tubuh tanaman yang berfungsi dalam pembelahan sel-sel pada jaringan meristem yang menyebabkan perpanjangan batang sehingga terjadi penambahan tinggi tanaman (Yelis, 2011).

Tinggi tanaman pada perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan jarak tanam 75 x 50 cm. Hal ini disebabkan bahwa jarak tanam rapat akan meningkatkan penambahan tinggi tanaman karena adanya persaingan baik dalam

unsur hara, air, dan sinar matahari, selain itu ruang yang dibutuhkan juga terlalu sempit sehingga tanaman tumbuh memanjang ke atas. Nursanti (2009) menyatakan bahwa pertambahan tinggi tanaman pada jarak tanam rapat disebabkan karena tajuk tanaman yang semakin merapat mengakibatkan kualitas cahaya yang diterima menjadi menurun. Semakin rapat jarak tanam yang dipakai maka pertumbuhan tinggi tanaman akan semakin cepat karena tanaman saling berusaha mencari sinar matahari yang lebih banyak.

Jumlah Daun. Pengamatan jumlah daun dilakukan pada tanaman hanjeli umur 3, 5, 7, 9, dan 11 MST. (dapat dilihat pada Tabel 2). Daun merupakan organ untuk proses fotosintesis pada tanaman.

Tabel 2. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam Terhadap Jumlah Daun Tanaman Hanjeli 3, 5, 7, 9 Dan 11 MST.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)				
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST
A	1,92 a	6,17 a	17,08 a	40,92 a	79,17 a
B	2,00 a	6,08 a	16,67 a	40,58 a	78,25 a
C	2,25 a	6,33 a	16,83 a	40,92 a	79,92 a
D	2,00 a	6,17 a	16,83 a	41,33 b	80,50 b
E	2,08 a	6,25 a	16,92 a	42,00 b	80,83 b
F	2,33 a	6,25 a	17,33 a	44,17 b	84,67 b
G	2,17 a	6,33 a	17,33 a	49,67 b	94,50 b
H	2,25 a	6,50 a	17,25 a	51,17 b	99,92 b
I	2,50 a	6,42 a	17,25 a	52,50 b	101,08 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam terhadap jumlah daun tidak berpengaruh nyata pada fase awal pertumbuhan yaitu pada umur 3, 5, dan 7 MST, tetapi berpengaruh nyata pada umur 9 dan 11 MST, dimana perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C) tetapi tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm (D, E, F).

Jumlah daun pada perlakuan jarak tanam yang lebih lebar (100 x 50 cm) lebih banyak dibandingkan perlakuan jarak tanam sempit (50 x 50 cm) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam sedang (75 x 50 cm). Menurut Pambayun (2008), jumlah daun dan jumlah cabang meningkat pada jarak tanam

yang lebar dikarenakan kompetisi yang terjadi antar tanaman lebih rendah sehingga masing-masing tanaman mempunyai ruang tumbuh yang lebih besar dan tajuk dapat berkembang dengan baik.

Penambahan pupuk kandang ayam menaikkan jumlah daun meskipun tidak signifikan. Penambahan pupuk kandang ayam diasumsikan dengan penambahan unsur hara, salah satunya adalah nitrogen. Tresnawati (1999) menyatakan bahwa peningkatan pupuk nitrogen mengakibatkan penimbunan nitrat dalam daun yang mendorong pertumbuhan daun.

Jumlah Anakan per Rumpun. Hasil analisis sidik ragam mengenai jumlah anakan pada hanjeli umur 7, 9, dan 11 MST disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Anakan Tanaman Hanjeli 7, 9 dan 11 MST.

Perlakuan	Jumlah Anakan		
	7 MST	9 MST	11 MST
A	4,08 a	10,25 a	13,17 a
B	4,17 a	10,08 a	13,00 a
C	4,25 a	10,25 a	13,33 a
D	4,17 a	10,33 b	13,42 b
E	4,25 a	10,33 b	13,42 b
F	4,33 a	10,92 b	14,08 b
G	4,33 a	12,50 b	15,75 b
H	4,42 a	13,50 b	16,67 b
I	4,50 a	13,25 b	16,83 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Pada 9 dan 11 MST, perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C) tetapi tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm (D, E, F).

Pada jarak tanam 50 x 50 cm (populasi rapat) menghasilkan jumlah anakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan jarak tanam yang lebih lebar yaitu 75 x 50 cm dan 100 x 50 cm. Hal ini sejalan dengan pernyataan Masdar dkk. (2006) yang menyatakan bahwa semakin rapat populasi tanaman, semakin sedikit jumlah anakan per rumpunnya, tanaman yang tumbuh pada jarak tanam rapat dapat mengakibatkan stres pada vigor sehingga perkembangan anakan terhambat. Husna (2010) menyatakan bahwa jarak tanam menentukan

penyerapan radiasi matahari dan hara mineral. Pada jarak tanam lebar persaingan sinar matahari dan unsur hara sangat sedikit dibanding dengan jarak tanam yang rapat.

Jumlah Srisip per Rumpun. Hasil analisis sidik ragam mengenai jumlah srisip pada hanjeli umur 7, 9, dan 11 MST disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Srisip Tanaman Hanjeli 7, 9 dan 11 MST

Perlakuan	Jumlah Srisip
A	70,00 a
B	74,34 a
C	77,00 a
D	77,00 a
E	80,50 a
F	87,28 b
G	92,67 b
H	94,45 b
I	99,00 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) dan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 2 ton/ha (F) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C), perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 0 ton/ha (D), dan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 1 ton/ha (E). Srisip yang dihasilkan pada perlakuan jarak tanam lebar (100 x 50 cm) lebih banyak dibandingkan perlakuan jarak tanam yang lebih sempit (50 x 50 cm). Hal ini diduga karena jumlah srisip berhubungan langsung dengan jumlah anakan, semakin banyak anakan produktif yang diproduksi semakin banyak srisip yang dihasilkan.

Indeks Luas Daun. Luas daun tanaman mencerminkan luas bagian yang melakukan fotosintesis, sedangkan indeks luas daun merupakan cerminan banyaknya cahaya matahari yang terserap oleh tanaman. Indeks luas daun (ILD) adalah perbandingan antara luas daun terhadap luas permukaan lahan yang menjadi tempat tumbuh suatu tanaman. Nilai ILD akan meningkat seiring dengan berkembangnya tanaman dan mencapai nilai maksimum pada saat awal masa generatif (Sitanggang dkk., 2006).

Perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun ditunjukkan oleh data pada Tabel 5. Perlakuan semua jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm (G, H, I) dan semua perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm (D, E, F).

Tabel 5. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Hanjeli 11 MST

Perlakuan	ILD
A	4,24 a
B	3,40 a
C	4,20 a
D	4,75 a
E	4,91 a
F	4,67 a
G	6,16 b
H	6,74 b
I	7,15 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Berdasarkan data yang disajikan terlihat bahwa pada perlakuan jarak tanam lebih lebar (75 x 50 cm dan 100 x 50 cm) nilai ILD lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan jarak tanam yang lebih rapat yaitu 50 x 50 cm. Data menunjukkan semakin lebar jarak tanam, semakin besar nilai indeks luas daunnya.

Penambahan dosis pupuk kandang ayam pada perlakuan semakin meningkatkan nilai ILD meskipun tidak signifikan. Pada perlakuan jarak tanam tanpa penambahan pupuk kandang ayam (A) memberikan hasil nilai ILD yang lebih kecil daripada perlakuan penambahan 1 ton/ha (B) dan 2 ton/ha pupuk kandang ayam (C). Hal ini sejalan dengan pernyataan Sitanggang dkk. (2006) yang menyatakan bahwa nilai ILD tergantung dari cara budidaya contohnya penggunaan jarak tanam, penggunaan jarak tanam rapat dengan pemberian nitrogen yang tinggi akan meningkatkan nilai ILD mencapai 10 atau lebih.

Menurut Lakitan (2010), produktivitas akan meningkat dengan meningkatnya ILD karena lebih banyak cahaya yang dapat ditangkap, tetapi nilai ILD yang terlalu tinggi tidak lagi meningkatkan produktivitas karena sebagian daun yang ternaung tidak melakukan fotosintesis secara optimal.

Nisbah Pupus Akar. Berdasarkan hasil analisis data statistik pada Tabel 6 mengenai pengaruh perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam terhadap nisbah pupus akar memberikan pengaruh yang berbeda nyata.

Tabel 6. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Biomassa Tanaman Total Tanaman Hanjeli

Perlakuan	NPA
A	4,94 b
B	4,85 b
C	4,66 b
D	4,81 b
E	4,79 b
F	4,44 b
G	6,91 a
H	5,42 b
I	5,05 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Berdasarkan hasil penelitian, nilai nisbah pupus akar berkisar antara 4,44 - 6,91. Nisbah pupus akar yang bernilai lebih dari satu menunjukkan pertumbuhan tanaman lebih ke arah pupus, sedangkan nisbah pupus akar yang bernilai kurang dari satu menunjukkan pertumbuhan tanaman lebih ke arah akar.

Menurut Nurmala dan Irwan (2007), nisbah pupus akar yang ideal bagi tanaman pangan bernilai 3. Nilai nisbah pupus akar yang tinggi pada perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm + 0 ton/ha pupuk kandang ayam (G) diduga disebabkan oleh jarak tanam yang cukup lebar sehingga ruang tumbuh tanaman kearah pupus menjadi lebih luas. Pertumbuhan tanaman yang lebih difokuskan kearah pupus menyebabkan pembentukan akar terhambat.

Penyebab lain terhambatnya pembentukan akar diduga diakibatkan oleh tidak adanya penambahan pupuk kandang ayam sehingga tanaman tidak mendapatkan unsur hara yang cukup. Salah satu unsur yang berpengaruh terhadap perkembangan akar adalah unsur P. Unsur P dapat merangsang pertumbuhan akar (*root*), yang selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan bagian di atas tanah (*shoot*). Winarso (2003) menyatakan bahwa tanaman yang ditanam pada lingkungan cukup P mempunyai distribusi perakaran yang baik dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di lingkungan kekurangan unsur P. Kandungan P

dalam tanah percobaan yang tergolong sangat rendah yaitu hanya 0,93 ppm. Salisbury and Ross (1995) menyatakan bahwa kandungan P yang rendah pada tanah mengakibatkan nilai nisbah pupus akar yang tinggi.

Biomassa Tanaman Total. Biomassa tanaman total mencerminkan pertumbuhan tanaman dan banyaknya unsur hara yang terserap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Pengukuran biomassa tanaman dilakukan dengan cara menimbang bahan tanaman yang sudah dikeringkan pada suhu tertentu hingga mencapai berat yang konstan. Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam memberikan pengaruh nyata terhadap biomassa tanaman.

Tabel 7. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Biomassa Tanaman Total Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Biomassa Tanaman
A	717,31 a
B	709,73 a
C	830,14 a
D	839,35 a
E	836,73 a
F	937,37 b
G	981,42 b
H	1049,54 b
I	1112,09 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C), perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 0 ton/ha (D), dan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 1 ton/ha (E) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 2 ton/ha (F).

Pada jarak tanam yang lebih lebar menghasilkan biomassa yang lebih besar dibandingkan dengan jarak tanam yang sempit. Hasil ini berkaitan dengan jumlah daun dan jumlah anakan. Pada jarak tanam yang lebih lebar, jumlah daun dan anakan lebih banyak sehingga biomassa tanaman yang dihasilkan lebih besar. Besarnya biomassa tanaman juga diduga berkaitan dengan nilai nisbah pupus akar. Sesuai dengan pernyataan Nurmala dan

Irwan (2007) yang menyatakan bahwa nilai nisbah pupus akar yang tinggi disebabkan oleh pertumbuhan tanaman yang lebih difokuskan kearah pupus. Pada jarak tanam yang lebih lebar, nilai nisbah pupus akar tinggi karena pertumbuhan yang lebih fokus ke arah pupus sehingga biomassa yang dihasilkan tinggi.

Jumlah Malai per Rumpun. Perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap jumlah malai per rumpun (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Malai per Rumpun Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Jumlah Malai
A	553,33 a
B	561,33 a
C	622,67 a
D	576,00 a
E	644,00 a
F	698,22 b
G	741,33 b
H	755,56 b
I	792,00 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) berbeda nyata dengan semua perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C), perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 0 ton/ha (D), dan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 1 ton/ha (E) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 2 ton/ha (F).

Jumlah malai pada hasil percobaan menunjukkan semakin lebar jarak tanam, semakin banyak jumlah malai yang dihasilkan. Hal ini antara lain karena pada jarak tanam lebar pertanaman lebih jarang atau populasinya lebih rendah dibandingkan jarak tanam rapat yang lebih banyak populasinya. Sesuai dengan pernyataan Mobasser *et al.* (2009), yang menyatakan bahwa pada jarak tanam rapat jumlah malai per rumpun menurun dengan meningkatnya kepadatan tanaman, tetapi jumlah malai per m² nyata meningkat. Lebih lanjut menurut Maobe dkk. (2014), menyatakan bahwa jumlah malai berhubungan langsung dengan jumlah anakan, semakin banyak anakan produktif yang diproduksi semakin banyak malai yang dihasilkan.

Jumlah Biji per Rumpun dan Bobot biji per Rumpun. Perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (A, B, C), berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 2 ton/ha (F) dan semua perlakuan jarak tanam 100 x 50 cm dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam (G, H, I) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 0 ton/ha (D) dan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm + 1 ton/ha (E) (Tabel 9). Jumlah biji per rumpun hanjeli pada hasil percobaan berkisar antara 1659 - 2375 lebih besar dibandingkan deskripsi sebelumnya yang berkisar 1100 - 1500. Hal ini diduga dikarenakan perbedaan jarak tanam yang digunakan.

Tabel 9. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Biji dan Bobot Biji per Rumpun Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Jumlah Biji per Rumpun	Bobot Biji per Rumpun (g)
A	1659,78 a	197,46 a
B	1684,00 a	217,60 a
C	1868,11 a	234,29 a
D	1728,00 a	223,17 a
E	1932,33 a	238,16 a
F	2094,45 b	268,13 b
G	2224,00 b	265,21 b
H	2266,78 b	274,93 b
I	2375,89 b	294,90 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Data pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa pada hasil percobaan menunjukkan semakin lebar jarak tanam, semakin banyak jumlah biji per rumpun yang dihasilkan. Ali (2004) menjelaskan bahwa jarak tanam yang lebar dapat memberikan ruang tumbuh yang optimum sehingga biji yang terbentuk semakin banyak. Hal ini diduga karena besarnya ruang tumbuh untuk pertumbuhan malai sehingga menghasilkan jumlah biji yang banyak pula.

Populasi tanaman pada jarak tanam lebar dapat memanfaatkan radiasi surya lebih baik dibanding pada jarak tanam rapat terutama pada fase pengisian biji. Oleh sebab itu, hasil biji pada perlakuan jarak tanam lebar lebih tinggi dibandingkan dengan jarak tanam rapat. Syaban (1993) menyatakan bahwa jumlah dan bobot biji yang tinggi diakibatkan oleh banyaknya hasil fotosintesis yang diakumulasikan dalam organ tanaman yang nantinya akan dipakai untuk pengisian biji. Aktivitas metabolik pengisian biji

harus bersamaan dengan aktivitas maksimum dari daun (*source*) dan daun dapat memelihara fotosintesis dengan baik selama pengisian biji untuk mencapai potensi hasil (Murchie *et al.* 2002).

Penambahan dosis pupuk kandang ayam berpengaruh dalam peningkatan jumlah biji per rumpun dan bobot biji per rumpun. Dosis pupuk kandang ayam yang semakin meningkat menyebabkan penumpukan asimilat yang tinggi. Menurut Gardner *et al.* (1991), bobot biji lebih dipengaruhi oleh pembagian asimilat selama pengisian biji. Penumpukan asimilat yang tinggi memerlukan wadah penyimpanan yang lebih banyak, oleh karena itu semakin tinggi dosis pupuk kandang ayam akan meningkatkan pula jumlah biji. Goldsworthy and Fisher (1992), menyatakan penyediaan nitrogen mempunyai pengaruh utama terhadap jumlah biji dan selanjutnya mempengaruhi hasil. Tanaman yang mengalami kekurangan nitrogen antara penanaman dan inisiasi hanya menghasilkan malai kecil dibanding tanaman yang memiliki persediaan nitrogen yang cukup.

Tabel 10. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Bobot Biji per Hektar Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Populasi Per Hektar (tanaman)	Bobot per Hektar (ton)
A	32.000	6,32
B	32.000	6,96
C	32.000	7,50
D	21.337	4,69
E	21.337	5,00
F	21.337	5,63
G	16.000	4,24
H	16.000	4,40
I	16.000	4,72

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Bobot Biji per Hektar. Berdasarkan data pada Tabel 10 diketahui bahwa bobot biji per hektar perlakuan jarak tanam 50 x 50 cm memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm dan 100 x 50 cm dengan dosis pupuk yang sama. Hal tersebut dikarenakan jumlah populasi jarak tanam 50 x 50 cm lebih banyak dibandingkan dengan jumlah populasi jarak tanam 75 x 50 cm dan 100 x 50 cm. Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa jarak tanam

berkorelasi dengan populasi atau jumlah tanaman per satuan luas, sehingga secara langsung ataupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap hasil tanaman.

Muranyi (2015) menyatakan bahwa dengan mempersempit jarak antar tanaman akan menghasilkan hasil panen yang lebih tinggi. Widdicombe and Thelen (2002), mencatat bahwa hasil panen meningkat sampai 10% dengan mempersempit jarak antar tanaman. Pada jarak tanam sempit populasi tanaman lebih banyak dibanding jarak tanam yang lebih lebar. Hasil panen meningkat seiring dengan meningkatnya populasi.

Bobot 100 Biji. Bobot 100 biji merupakan parameter yang menunjukkan besar endosperm pada biji. Endosperm adalah bagian terbesar dari biji yang merupakan tempat menyimpan cadangan makanan (Kusnadi, 2000).

Bobot 100 biji hanjeli pada hasil percobaan berkisar antara 11,90 g - 12,93 g sesuai dengan deskripsi sebelumnya yang berkisar 10,14 g - 15,08 g. Data pada Tabel 13 menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap bobot 100 butir hanjeli. Hal tersebut menunjukkan bahwa biji hanjeli memiliki ukuran yang hampir seragam sehingga berat biji tidak berbeda nyata sesuai dengan pernyataan Maobe dkk. (2014) yang melaporkan bahwa bahwa berat biji merupakan karakteristik setiap varietas tanaman.

Tabel 11. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Bobot biji per rumpun dan Bobot 100 biji Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Bobot 100 Biji (g)
A	11,90 a
B	12,93 a
C	12,60 a
D	12,87 a
E	12,33 a
F	12,63 a
G	11,93 a
H	12,20 a
I	12,43 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Tinggi rendahnya berat biji tergantung dari banyak atau tidaknya bahan kering yang terkandung dalam biji. Bahan kering dalam biji diperoleh dari hasil fotosintesis yang selanjutnya

dapat digunakan untuk pengisian biji. Sesuai dengan pendapat Rahimi dkk. (2011) yang menyatakan bahwa rata-rata bobot biji sangat ditentukan oleh bentuk dan ukuran biji pada suatu varietas. Rahimi dkk. (2011) menambahkan apabila tidak terjadinya perbedaan pada ukuran biji maka yang berperan adalah faktor genetik.

Kekerasan Biji. Tingkat kekerasan biji berpengaruh terhadap kemudahan proses pemisahan kulit biji secara mekanis (Ginting dan Antarlina 1998). Kekerasan biji berpengaruh terhadap hasil bobot biji pecah kulit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Murtini, dkk. (2005) pada penelitian gandum yang menyatakan bahwa bila berat biji pada gandum lebih besar maka kandungan endosperm tinggi dan tepung yang dihasilkan lebih banyak.

Kadar air diduga mempengaruhi kekerasan biji. Menurut BPPT (2009) kadar air pada biji dapat berpengaruh langsung terhadap proses degerminasi maupun terhadap pengujian kekerasan bijinya. Tingginya kadar air biji dapat menyebabkan lembaga (*germ*) mudah pecah dan lengket selama proses degerminasi. Kekerasan biji hanjeli setiap perlakuan (berkisar 16,43 s.d. 19,87 kg/cm²) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata diduga diakibatkan oleh kadar air yang sama sekitar 14%. Proses dan waktu penjemuran yang sama mengakibatkan kadar air pada biji seragam.

Tabel 12. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Kekerasan Biji Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Kekerasan Biji (kg/cm ²)
A	18,90 a
B	18,93 a
C	17,60 a
D	19,87 a
E	18,33 a
F	17,63 a
G	18,93 a
H	17,20 a
I	16,43 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Rendemen Biji Pecah Kulit (RBPK). Nilai RBPK menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Persentase rendemen biji pecah kulit yang tidak berbeda nyata diduga disebabkan oleh ukuran biji hanjeli yang seragam. Data hasil percobaan berkisar 51,20 % - 56,57 %.

Tabel 13. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Rendemen Biji Pecah Kulit (RBPK) Tanaman Hanjeli

Perlakuan	RBPK (%)
A	54,02 a
B	54,81 a
C	56,57 a
D	51,20 a
E	54,06 a
F	55,02 a
G	51,74 a
H	56,00 a
I	56,42 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Data Tabel 13 menunjukkan bahwa hampir setengahnya (lebih dari 50%) biji hanjeli didapatkan setelah proses pemisahan dengan kulit biji. Hal tersebut sesuai dengan FAO (2014) yang melaporkan bahwa produksi hanjeli mencapai 2 - 4 ton/ha biji pecah kulit dengan presentase penggilingan (jumlah biji setelah pengupasan) sekitar 30 - 50%.

Indeks Panen. Indeks panen adalah rasio hasil bobot kering biji dengan hasil bobot kering total tanaman. Perbandingan antara bobot kering organ hasil produksi dengan total bobot kering tanaman yang terbentuk menghasilkan nilai indeks panen.

Tabel 14. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Indeks Panen Tanaman Hanjeli

Perlakuan	Indeks Panen
A	0,27 a
B	0,31 a
C	0,29 a
D	0,27 a
E	0,28 a
F	0,28 a
G	0,27 a
H	0,26 a
I	0,27 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji gugus Scott-Knott pada taraf 5%

Nilai indeks panen tanaman hanjeli setiap perlakuan tidak dipengaruhi oleh perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam. Menurut Goldsworthy and Fisher (1992) nilai indeks panen optimal dapat bervariasi dari 0,15 sampai 0,52 dan nilai indeks panen dapat

dipengaruhi oleh lama dan laju pertumbuhan; juga menunjukkan bahwa nilai indeks panen akan sangat bergantung pada lama dan laju pertumbuhan relatif sebelum dan setelah anthesis (periode pembungaan), yang semua faktornya dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Oleh karena itu, indeks panen tidak bisa dijadikan satu-satunya petunjuk yang dapat diandalkan untuk mengetahui hasil.

Nilai indeks panen hanjeli pada Tabel 14 yang masih rendah diduga dikarenakan fotosintat lebih dialokasikan ke arah pupus sehingga alokasi pada biji lebih rendah. Sejalan dengan pernyataan Gardner *et al.* (1991), tanaman yang mempunyai daun yang lebih luas pada awal pertumbuhan akan lebih cepat tumbuh, karena kemampuan fotosintat yang lebih besar memungkinkan membentuk seluruh organ vegetatif tanaman lebih besar yang kemudian menghasilkan produksi bahan kering yang semakin besar namun alokasi biji menjadi lebih sedikit.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian kombinasi jarak tanam dan dosis pupuk kandang ayam memberikan pengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut.
2. Perlakuan jarak tanam 75 x 50 cm dengan penambahan 2 ton/ha pupuk kandang ayam dapat meningkatkan bobot biji per rumpun tanaman hanjeli pulut.

Saran pada percobaan ini adalah :

1. Perlu dilakukan percobaan lebih lanjut mengenai penggunaan dosis pupuk kandang ayam yang lebih besar untuk mengetahui sampai sejauh mana pupuk kandang ayam dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut.
2. Jarak tanam yang digunakan pada percobaan belum optimal sehingga masih harus dilakukan percobaan menggunakan jarak tanam yang lebih sempit dan lebih lebar agar terlihat pertumbuhan dan hasil hanjeli yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program ALG Universitas Padjadjaran, Kepala

Kebun dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan Mahasiswa Peminatan Pangan Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

Daftar Pustaka

- Azka, M. 2014. Pengaruh Dosis Pupuk Kalium dan FMA terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi L.*). Skripsi. Jurusan Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Unpad. *Tidak Dipublikasikan.*
- Badan Pusat Statistik. 2016. Statistik Indonesia. Jakarta.
- BPPT. 1983. *Coix lacryma-jobi L.* Hand Book of Energy Crops. Available online at : <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/dukeenergy/Coixlacryma-jobi L.html>. Diakses 13 November 2015.
- BPPT. 2009. Program Pangan Karbohidrat. Tim Peneliti Bidang Pangan Pusat Teknologi Agroindustri. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- FAO. 2014. *Coix lacryma-jobi L.* A Available online at : <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000205.htm>. Diakses tanggal 13 Juli 2016.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. (terj). Jakarta : UI Press.
- Goldsworthy and Fisher. 1992. Fisiologi Tanaman Budidaya. Tropik (terjemahan dari The Physiology of Tropical Field Crops oleh Tohari). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Grubben, G. J. H., and S. Partohardjono. 1996. Plant Resources of South - East Asia. Prosea. Bogor.
- Hartatik, W. dan L.R. Widowati. 2010. Pupuk Kandang. <http://www.balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 25 September 2015.
- Husna, Y. 2010. Pengaruh Penggunaan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) Varietas IR 42 dengan Metode SRI (System of Rice Intensification). Jurnal. Jurusan Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Vol 9 Hlm 2-7.
- Kusnadi, M.H. 2000. Kamus Istilah Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.

- Lakitan, Benyamin. 2010. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Rajawali pers: Jakarta.
- Maobe S.N., Martha K. Nyang'au, E.A. Basweti, A. Getabu, T.J. Mwangi and A.R. Ondicho. 2014. Effect of plant density on growth and grain yield of finger millet (*Eleusine coracana*) under high potential conditions of Southwest Kenya. *World Journal of Agricultural Sciences* 10 (6): 261-268.
- Marco, K., Wunwisa, and Krasaekoopt. 2012. The use of job's tear (*Coix lacryma-jobi* L.) flour to substitute cake flour in butter cake. *AU JT.* 15 (4):233-238.
- Masdar, Musliar K., Bujang R., Nurhajati H., dan Helmi. 2006. Tingkat Hasil dan Komponen Hasil Sistem Intensifikasi Padi (SRI) Tanpa Pupuk Organik di Daerah Curah Hujan Tinggi. *Jurnal Ilmu Pertanian*, Vol 8 (2): 126-131.
- Mobasser, H. R., R. Yadi, M. Azizi, A. M. Ghanbari, and M. Samdaliri. 2009. Effect of density on morphological characteristics related-lodging on yield and yield components in varieties rice (*Oryza sativa* L.) in Iran. *J. Agric. and Environ. Sci.* 5(6):745-754.
- Muranyi, E. 2015. Effect of plant density and row spacing on maize (*Zea mays* L.) grain yield in different crop year. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences.*
- Murchie, E.H., J. Yang, S. Hubbart, P. Horton, and S. Peng. 2002. Are there association between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field growth rice. *Journal of experimental Botany* 53 (378).p.2217-2224.
- Murtini, E. S. Susanto. T. Kusumawardani. R., 2005. Karakterisasi sifat fisik, kimia dan fungsional tepung gandum lokal varietas selayar, nias, dan dewata. *J. Tek. Pert.* 6 (1): 57-64.
- Nurmala, T. 2003. Serealia Sumber Karbohidrat Utama. PT Rineka Cipta Jakarta.
- Nurmala, T. 2015. Eksplorasi dan Adaptasi Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) sebagai Pangan Bergizi dan Fungsional Mendukung Diversifikasi Pangan Berbasis Pangan Lokal. Seminar Guru Besar Faperta Unpad.
- Nurmala, T., W.A. Qosim, dan Tj. S. Achyar. 2009. Eksplorasi, identifikasi, dan analisis keragaman plasmanutfah tanaman hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) sebagai sumber bahan pangan berlemak di Jawa Barat. Laporan Penelitian Strategis Unpad.
- Nurmala, T. dan Irwan A.W. 2007. Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor. Bandung. Penerbit : Pustaka Giratuna.
- Nursanti, R. 2009. Pengaruh Umur Bibit dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Buru Hotong (*Setaria italica* (L.) Beauv). Skripsi. Program Studi Agronomi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Hal 27-28. *Tidak dipublikasikan.*
- Pambayun, R. 2008. Pengaruh Jarak Tanam terhadap Produksi Beberapa Sayuran *Indigenous*. Skripsi. Program Studi Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. *Tidak dipublikasikan.*
- Rahimi, Z. Zuhry, E. Nurbaiti. 2011. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas Batang Piaman dengan Metode System of Rice Intensification (SRI) di Padang Marpoyan Pekanbaru. *Jurnal. Fakultas Pertanian. Univ. Riau. Hlm.* 7 - 13.
- Salisbury, Frank B. and Cleon W Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Setyorini, D. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Sitanggang, G., Dirgahayu D., Carolita, I., Noviar H. 2006. Model spesial indeks luas daun (ILD) Padi menggunakan data TM-Landsat untuk prediksi produksi padi. Laporan Akhir Kegiatan Proyek Penelitian dan Pengembangan Pemanfaatan Pengolahan Data Penginderaan Jauh Satelit-LAPAN. Jakarta.
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Yogyakarta : Kanisius.
- Syaban, R. A. 1993. Uji Pupuk P dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Meeril). Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI. Universitas. Jember.
- Taylor, G. D. 1953. Some Crop Distributions by Tribes in Upland Southeast Asia. *Southwestern Journal of Anthropology.*
- Tresnawati, E. 1999. Pengaruh pemberian pupuk nitrogen dan tingkat populasi terhadap pertumbuhan dan produksi radiks kolesom (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Warta Tumbuhan Obat Indonesia* 5(4):7-8.
- Vanny, T. 2014. Pengaruh Interval Waktu Pemupukan dengan Dosis NPK Majemuk

- terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli. Skripsi. Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Unpad. *Tidak Dipublikasikan*.
- Wahyuningsih, H. 2005. Efisiensi pemupukan phospat pada alfisols dengan penambahan beberapa macam pupuk kandang dan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) sebagai indikator. Surakarta.
- Widdicombe D. W., Thelen D. K. (2002): Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. 94. (5.) 1020-1023.
- Winarso, S. 2003. Kesuburan Tanah (Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah). Penerbit : Gaya Media.
- Wu, T. T., Charles, A. L., and Huang, T. C. 2007. Determination of the contents of the main biological compounds of Adlay (*Coix lacryma-jobi* L.). Food Chem. 104: 1509-1515.
- Yelis, R. 2011. Peningkatan Produktivitas Hanjeli Indigenous Kiara Payung sebagai Pangan Bergizi dengan Pemberian Pupuk N, P, K pada Dosis dan Waktu yang Berbeda. Skripsi. Jur. Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Unpad. *Tidak dipublikasikan*.

Wahyudin, A. · B.N. Fitriatin · F.Y. Wicaksono · Ruminta · A. Rahadiyan

Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat pada Ultisols Jatinangor

Response of maize (*Zea mays* L.) due to application of phosphate fertilizers and application time of phosphate solubilizing microbes at Ultisols Jatinangor

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Maize is one of the food crops that has strategic role in the development of agriculture and economy in Indonesia because it has the need for food, feed, industrial raw materials, and handicrafts. The objective of this research was to determine the effects of phosphate fertilizer types and time application of phosphate solubilizing microbes (PSM) on maize. The research was conducted from May to August 2014 in Ciparanje Experimental Field, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, West Java with altitude about 750 meters above sea level, the order soil is Ultisol, rainfall type was C3 based on Oldeman classification, and the air temperature ranged between 22,00 – 23,66 C. The experiment methods used Randomized Block Design (RBD) that consisted of 9 treatments with 3 replications. The treatments were: control (without phosphate fertilizer and PSM biofertilizer); 100% dosage of SP-36 fertilizer and rock phosphate for each of them without PSM biofertilizer; 50% dosage of SP-36 fertilizer and rock phosphate for each of them with once application of PSM biofertilizer at before planting, twice application of PSM biofertilizer at before planting and 4 weeks after planting, and three times application of PSM biofertilizer at before planting, 3 weeks after planting and 6 weeks after planting. The results showed that the treatment of phosphate fertilizer type and time application of PSM influence on length of ears. Treatment 50% dosage of SP-36 fertilizer with once application

of PSM biofertilizer before planting have proven tend to gave better effect and more efficient on yield of maize.

Keywords : Maize · Phosphate fertilizers · Phosphate solubilizing microbes

Sari Jagung merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang mempunyai peranan strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia karena memiliki potensi dalam kebutuhan pangan, pakan, bahan baku industri, dan kerajinan tangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pupuk fosfat dan waktu pengaplikasian pupuk hayati mikroba pelarut fosfat (MPF) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada Ultisols Jatinangor. Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan ketinggian tempat ± 750 meter di atas permukaan laut dan ordo tanah Ultisol, curah hujan rata-rata termasuk tipe C3 menurut Oldeman, dan temperatur udara berkisar antara 22,00 – 23,66 C. Percobaan dilakukan dari bulan Mei sampai Agustus 2014. Metode percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 9 perlakuan dan diulang tiga kali. Perlakuan yang diujicoba adalah sebagai berikut: control (tanpa pupuk P dan pupuk hayati MPF); pupuk SP-36 dan batuan fosfat masing-masing dengan dosis anjuran 100% tanpa pengaplikasian pupuk hayati; pupuk SP-36 dan batuan fosfat masing-masing dengan dosis 50% dari anjuran dan dikombinasikan dengan pemberian pupuk hayati MPF sebanyak 1 kali pada saat sebelum tanam, 2 kali pada saat sebelum tanam dan 4 minggu setelah

Dikomunikasikan oleh Aep Wawan Irwan

Wahyudin, A. ·¹, B.N. Fitriatin¹, F.Y. Wicaksono¹,
Ruminta¹, A. Rahadiyan²

¹ Staf Pengajar Prodi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Unpad

² Alumni Prodi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Unpad

Korespondensi: agus.wahyudin@unpad.ac.id

tanam (MST), dan 3 kali pada saat sebelum tanam, waktu pengaplikasian pupuk hayati mikroba pelarut fosfat memberikan pengaruh terhadap panjang tongkol. Perlakuan jenis pupuk SP-36 dengan dosis 50% dari anjuran dan waktu pengaplikasian pupuk hayati MPF sebanyak 1 kali pada waktu sebelum tanam terbukti memberikan pengaruh yang cenderung lebih baik dan efisien terhadap hasil dari tanaman jagung.

Kata kunci : Jagung · Pupuk fosfat · Mikroba pelarut fosfat

Pendahuluan

Komoditas yang memiliki peranan penting di bidang pangan dan pakan adalah jagung. Usaha peningkatan produksi jagung dapat dilakukan dengan program intensifikasi berupa pemupukan yang efektif dan efisien. Pemupukan yang efektif dan efisien sangat penting dilakukan di tanah yang marginal. Salah satu tanah marginal di Indonesia yaitu tanah Ultisols.

Ultisols merupakan salah satu ordo tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004) dan sebagian besar budidaya tanaman pangan banyak dilakukan pada ordo Ultisols seperti jagung. Tanah ini memiliki kendala dalam pemanfaatannya antara lain yaitu mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Nilai pH yang biasanya masam, serta kandungan unsure hara terutama P yang rendah karena adanya fiksasi P merupakan kendala bagi pertumbuhan tanaman. Tanah dengan pH yang tinggi memiliki permasalahan rendahnya kandungan P tersedia tanah karena adanya fiksasi oleh kalsium tanah (Tan, 2008).

Unsur P di dalam tanah berasal dari bahan organik (pupuk kandang dan sisa tanaman), pupuk buatan, dan mineral-mineral di dalam tanah. Jenis P di dalam tanah yaitu P organik dan P anorganik. Tanaman menyerap P dalam bentuk P anorganik. Ketersediaan P anorganik dipengaruhi oleh faktor kemasaman tanah, senyawa Fe, Al, dan Ca yang terlarut, tingkat dekomposisi bahan organik, dan aktivitas mikroorganisme (Hardjowigeno 2007)

Menurut Buckman and Brady (1969) unsur P mempunyai peranan sangat penting bagi tanaman jagung dalam proses respirasi, pemindahan dan

penggunaan energi (ATP-ADP-AMP), pembelahan sel, pertumbuhan jaringan meristem, serta pembentukan bagian-bagian generatif seperti bunga dan buah. Penambahan unsur P melalui pemupukan harus berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu seperti hasil uji tanah, tanaman, jenis pupuk.

Jenis pupuk yang dapat menambah unsur P dalam tanah antara lain pupuk *Super Phosphate* 36 (SP-36) dan Rock Phosphate (batuan fosfat). Pupuk SP-36 adalah salah satu pupuk fosfor yang biasanya digunakan untuk mengatasi masalah kekahatan unsur P pada tanah masam. Pupuk SP-36 memiliki sifat mudah larut di dalam air yang menyebabkan sebagian besar unsur P akan difiksasi oleh Al dan Fe pada tanah, sehingga P menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Perubahan pH juga memberikan pengaruh terhadap ketersediaan P dalam tanah. Menurut hasil penelitian Sholeha (2011) menunjukkan bahwa dosis batuan fosfat dari deposit yang berbeda memberikan respon yang berbeda pada tanaman jagung. Dosis 300 kg/ha menunjukkan berbeda sangat nyata pada deposit Tuban dan dosis 300 kg/ha pada deposit Pamekasan menunjukkan hasil paling kecil dalam menyediakan P pada 30 hst. Hal ini menunjukkan pemberian dosis dengan perlakuan 300 kg/ha berpengaruh terhadap penyediaan P untuk tanaman. Perlakuan dengan dosis 300 kg/ha juga menunjukkan hasil yang lebih optimal pada tinggi tanaman, berat basah dan berat kering tanaman jagung. Serapan hara P yang tinggi membantu bahan pembentuk inti sel. Selain itu mempunyai peran penting bagi perkembangan jaringan meristem. Ketersediaan P yang tinggi dalam larutan tanah akibat dari pemupukan P memungkinkan penyerapan hara yang tinggi oleh tanaman.

Menurut Isrun (2006) hasil tanaman jagung terus meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pupuk fosfat yang diberikan ke dalam tanah. Dosis anjuran untuk tanaman jagung adalah urea sebanyak 300 kg/ha, SP-36 sebanyak 150 kg/ha, dan KCl sebanyak 100 kg/ha.

Untuk mencapai hasil tanaman jagung yang tinggi maka diperlukan dosis pemupukan fosfat yang juga tinggi, namun residu yang ditinggalkan oleh pupuk dapat mencemari lingkungan. Penambahan unsur P dalam bentuk pupuk mudah larut juga tidak mengatasi masalah kurangnya P-terdapat di tanah Ultisols karena penambahan tersebut dihadapkan pada

masalah adsorpsi, fiksasi dan imobilisasi. Hanya sebagian dari unsur P yang diadsorpsi oleh mineral sehingga dapat tersedia kembali bagi tanaman (Winarso, 2005)

Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, maka perlu dikembangkan bioteknologi tanah, yaitu salah satu contohnya pemanfaatan mikroba yang berperan dalam transformasi unsur hara P di dalam tanah yang dikenal dengan mikroba pelarut fosfat (MPF) yang terdiri dari bakteri dan fungi pelarut fosfat. Mikroba ini berperan penting dalam transformasi P yaitu dalam mineralisasi senyawa P organik dengan melepaskan P anorganik, mengubah kelarutan senyawa P anorganik, oksidasi atau reduksi senyawa P anorganik dan juga dalam immobilisasi P (Fitriatin dkk, 2013)

Menurut Suriadikarta dan Simanungkalit (2006), selain berguna dalam transformasi unsur P, mikroba pelarut fosfat juga menghasilkan sejumlah besar fosfat terlarut sebagai kelebihan dari pasokan nutrisinya ke dalam larutan tanah. Dengan pelarutan fosfat oleh mikroba tersebut, maka fosfat tersedia dalam tanah meningkat dan dapat diserap oleh akar tanaman. Untuk dapat mencapai akar secara alami hara fosfat yang larut masuk melalui mekanisme difusi.

Penggunaan mikroba pelarut fosfat dapat mensubstitusi sebagian atau seluruhnya kebutuhan tanaman akan pupuk fosfat, tergantung kandungan P di dalam tanah dan memberikan hasil yang positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Inokulan bakteri pelarut fosfat memberikan hasil yang sama dengan pemberian pupuk TSP dan inokulasi bakteri pelarut fosfat dan aplikasi batuan fosfat pada tanah masam Ultisols mampu meningkatkan ketersediaan P, serapan P, dan bobot biji kering kacang tanah (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006)

Menurut Fitriatin dkk. (2013), aplikasi MPF dan pupuk P tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan P tersedia tanah. Hal ini diduga dapat disebabkan aplikasi MPF yang hanya satu kali pada awal tahun menyebabkan kerja MPF tidak optimum sampai fase vegetatif akhir. Seperti pada penelitian Layla dkk. (2013) yang menunjukkan bahwa pupuk hayati yang diberikan 2 kali yaitu pada saat tanaman berumur 14 HST dan 35 HST dengan dosis 50 kg/ha memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan dan pertumbuhan dan produksi jagung hibrida.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di kebun percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan ketinggian tempat 725 meter di atas permukaan laut dan ordo ultisols, tipe curah hujan C3 menurut Oldeman (1975). Percobaan ini dilakukan dari bulan Mei 2014 sampai dengan bulan Agustus 2014.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah benih jagung hibrida (*Zea mays* L.), inokulan bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas mallei* dan *Pseudomonas cepacea*, jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. Yang merupakan koleksi Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, *carrier* (kompos dan gambut dengan perbandingan 1:1), media Pikovskaya sebagai media uji populasi MPF, *Nutrient Broth* (NB) sebagai media perbanyakan JPF, pupuk urea, KCl, SP-36 dan batuan fosfat, pupuk kandang sapi sebagai pupuk dasar. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah cangkul, tugal, alat penyiraman, tali rafia, meteran, label, plastic, jangka sorong, timbangan analitik, timbangan, oven listrik, *leaf area meter*, peralatan laboratorium untuk pembuatan inokulan dan alat tulis.

Metode percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari 9 perlakuan dan diulang tiga kali untuk tiap perlakuan, sehingga terdapat 27 petak perlakuan. Tanaman yang diambil sebagai sampel per petak merupakan 10% dari jumlah populasi keseluruhan yang diambil secara acak dari seluruh tanaman kecuali baris tanaman paling luar atau *border*.

Perlakuan digunakan dengan pemberian pupuk SP-36 dan pupuk batuan fosfat serta pupuk hayati MPF padat. Pupuk hayati ini diberikan 1 kali, 2 kali dan 3 kali. Adapun rancangan perlakuannya adalah sebagai berikut :

A = Kontrol (tanpa pupuk P dan pupuk hayati MPF), B = Pupuk SP-36 dosis 100% rekomendasi (100 kg/ha), C = Batuan fosfat dosis 100% rekomendasi (300 kg/ha), D = Pupuk SP-36 50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF pemberian 1 kali (awal tanam) (50 kg/ha), E = Pupuk SP-36 50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF pemberian 2 kali (awal tanam dan 4 MST) (50 kg/ha), F = Pupuk SP-36

50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF pemberian 3 kali (awal tanam, 3 dan 6 MST) (50 kg/ha), G = Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF pemberian 1 kali (awal tanam) (50 kg/ha), H = Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF pemberian 2 kali (awal tanam dan 4 MST) (50 kg/ha) dan I = Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + pupuk hayati MPF padat pemberian 3 kali (awal tanam, 3 dan 6 MST) (50 kg/ha)

Pengamatan utama komponen pertumbuhan jagung dilakukan terhadap sampel tanaman yang diambil sekurang-kurangnya 10% dari jumlah atau populasi tanaman setiap petak perlakuan. Data pada pengamatan utama dianalisis secara statistik. Pengamatan utama meliputi pertumbuhan tanaman, komponen hasil, dan hasil tanaman jagung, yaitu : tinggi tanaman (cm), indeks luas daun (cm²), panjang tongkol (cm), diameter tongkol (cm), jumlah biji per tongkol (cm), jumlah baris biji per tongkol (cm), bobot 100 biji kering (g), bobot biji pipilan kering pertanaman (g), bobot biji pipilan kering per petak (kg/petak), bobot biji pipilan kering per hektar (ton/ha) dan indeks panen.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman. Berdasarkan Tabel 1, tinggi tanaman jagung pada 4 MST, 6 MST, dan 8 MST menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Meskipun semua perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, perlakuan batuan fosfat dengan dosis 50% yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk hayati sebanyak 2 kali menunjukkan hasil yang cenderung lebih baik dibandingkan control dan perlakuan lain. Nilai tinggi tanaman terbesar pada percobaan ini mencapai 216,93 cm. Jika dibandingkan dengan deskripsi jagung hibrida pertiwi-2 yang bisa mencapai 294 cm, hasil percobaan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan belum optimal.

Hal ini dapat disebabkan oleh pertumbuhan mikroba pelarut fosfat yang belum maksimal pada saat awal percobaan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Husen (2009), yang menyatakan bahwa pada awal percobaan, pertumbuhan karakter fungsional inokulan dalam melarutkan P maupun memacu pertumbuhan tanaman jagung belum bekerja secara optimal.

Tabel 1. Pengaruh Jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Tinggi Tanaman Jagung pada 4 MST, 6 MST dan 8 MST (cm)

Perlakuan	4 MST	6 MST	8 MST
A	67,53 a	150,47 a	210,73 a
B	61,87 a	136,67 a	191,00 a
C	70,53 a	137,53 a	195,67 a
D	69,20 a	149,67 a	212,07 a
E	74,80 a	152,53 a	207,73 a
F	70,20 a	142,33 a	196,93 a
G	76,00 a	149,00 a	203,80 a
H	78,00 a	160,67 a	216,93 a
I	70,33 a	147,20 a	209,13 a

Keterangan : Nilai rata - rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak duncan pada taraf 5%

Indeks Luas Daun. Indeks Luas Daun (ILD) merupakan parameter yang dapat menunjukkan potensi tanaman dalam melakukan fotosintesis. Hal ini secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin luas daun pada suatu tanaman, maka semakin maksimal pula penyerapan cahayanya.

Tabel 2. Pengaruh jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Indeks Luas Daun

Perlakuan	Indeks Luas Daun
A	4.88 a
B	3.72 a
C	4.35 a
D	4.71 a
E	4.70 a
F	3.87 a
G	4.28 a
H	5.05 a
I	4.63 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Menurut Gardner dan Pearce (1991) kisaran indeks luas daun yang optimal bagi tanaman budidaya adalah dari nilai 3 sampai nilai 5. Berdasarkan Tabel 2, perlakuan batuan fosfat dengan dosis 50% dari anjuran dengan pengaplikasian pupuk hayati sebanyak 2 kali cenderung memberikan hasil lebih baik terhadap indeks luas daun dibandingkan dengan control dan perlakuan lain. Meski demikian, semua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap indeks luas daun.

Menurut Sutopo (2003), penambahan unsur hara P pada tanaman jagung tidak mendorong meningkatnya pertumbuhan luas daun karena unsur hara P bukanlah faktor pembatas indeks luas daun. Menurut Goldsworthy dan Fisher (1992), faktor yang dapat mempengaruhi besarnya indeks luas daun antara lain adalah jarak tanam dan penyediaan unsur hara nitrogen. Tidak ada perbedaan jarak tanam dan dosis pupuk penyedia unsur hara nitrogen yang digunakan oleh semua perlakuan dalam percobaan ini.

Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol Per Tanaman. Berdasarkan deskripsi benih jagung Pertiwi-2, rata-rata panjang tongkol adalah 20 cm. Pada percobaan ini panjang tongkol dari seluruh perlakuan memenuhi kriteria yang baik dalam hal panjang tongkol. Pada percobaan ini, panjang tongkol memiliki nilai rata-rata antara 20,31 cm sampai 21,47 cm. Diameter tongkol per tanaman memiliki nilai rata-rata yang berkisar antara 4,53 cm sampai 5,03 cm dan semua perlakuan tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap diameter tongkol. Meski demikian, perlakuan batuan fosfat 50% dengan 2 kali waktu aplikasi pupuk hayati cenderung memberikan diameter tongkol lebih baik dibandingkan dengan control dan perlakuan lain.

Hasil panjang tongkol terendah terdapat pada perlakuan G, yaitu pengaplikasian pupuk batuan fosfat dengan pemberian 1 kali pupuk hayati MPF di 0 MST. Meski perlakuan C dengan pengaplikasian batuan fosfat 100% tanpa pemberian pupuk hayati MPF memberikan nilai paling tinggi terhadap panjang tongkol, perlakuan D dengan pengaplikasian pupuk SP-36 50% yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk hayati 1 kali dinilai cenderung lebih efisien.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hasanudin dan Bambang (2004), asam-asam organik yang dihasilkan mikroba pelarut fosfat mampu meningkatkan kelarutan P tak tersedia menjadi P tersedia dalam tanah, sehingga penyerapan P oleh tanaman juga akan semakin meningkat. Tersedianya dan terserapnya unsur P menyebabkan fotosintat yang dialokasikan ke tongkol menjadi lebih banyak sehingga ukuran buah menjadi lebih besar. Metabolisme tanaman juga akan lebih aktif sehingga proses pemanjangan, pembelahan dan diferensiasi sel akan lebih baik sehingga peningkatan bobot, panjang dan diameter buah akan terjadi (Budiman, 2004).

Tabel 3. Pengaruh Jenis pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol Per Tanaman.

Perlakuan	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (cm)
A	21,47 c	4,71 a
B	20,95 abc	4,53 a
C	21,53 c	4,65 a
D	21,5 c	4,78 a
E	21,36 c	5,01 a
F	20,51 ab	4,81 a
G	20,31 a	4,85 a
H	21,21 bc	5,03 a
I	21,07 abc	4,91 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Jumlah Biji Per Tongkol dan Jumlah Baris Biji Per Tongkol. Tabel 4 menunjukkan seluruh perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah biji per tongkol ataupun jumlah baris biji per tongkol. Namun perlakuan D dengan pengaplikasian pupuk SP-36 50% yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk hayati 1 kali memberikan hasil yang cenderung lebih baik dibandingkan dengan control dan perlakuan lain. Nilai jumlah baris biji per tongkol dan jumlah biji per tongkol sangat dipengaruhi oleh besarnya serapan tanaman terhadap faktor lingkungan dan unsur P

Tabel 4. Pengaruh Jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Jumlah biji Per Tongkol dan Jumlah Baris Biji Per Tongkol.

Perlakuan	Jumlah Biji Per Tongkol	Jumlah Baris Biji Per Tongkol
A	610.47 a	16.93 a
B	580.93 a	16.87 a
C	604.33 a	16.13 a
D	642.87 a	17.73 a
E	637.40 a	16.93 a
F	597.07 a	17.07 a
G	571.87 a	16.47 a
H	628.93 a	16.27 a
I	589.40 a	16.27 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada tahap 5%

Berdasarkan deskripsi jagung hibrida Pertiwi-2, jumlah baris biji adalah 14+16 baris

per tongkol. Banyaknya jumlah baris biji dari setiap tongkol akan mempengaruhi banyaknya jumlah biji di setiap tongkol tersebut. Pada percobaan ini, seluruh perlakuan mencapai criteria yang baik dalam jumlah baris biji per tongkol, yaitu antara 16 sampai 17 baris.

Gardner dan Pearce (1991) mengemukakan bahwa unsur P akan bergerak dalam tubuh tanaman dan dapat direduksi dari bagian tua ke bagian yang lebih muda. Pada saat tanaan memasuki fase pengisian biji, cadangan karbohidrat diubah menjadi gula dan ditranslokasi ke biji yang sedang berkembang.

Bobot 100 Biji Kering. Bobot 100 biji kering secara tidak langsung dapat mempengaruhi hasil tanaman berupa bobot pipilan kering. Bobot 100 biji merupakan parameter yang menunjukkan besar endosperm pada biji. Endosperm adalah bagian terbesar dari biji yang merupakan tempat menyimpan cadangan makanan (Kusnadi, 2000).

Tabel 5. Pengaruh Jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Bobot 100 Biji Kering (g)

Perlakuan	Bobot 100 Biji Kering
A	25.31 a
B	23.08 a
C	24.54 a
D	25.61 a
E	27.15 a
F	24.35 a
G	23.96 a
H	26.27 a
I	24.99 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5, bobot 100 biji menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Bobot 100 biji kering pada percobaan kali ini berkisar antara 23 sampai 27 g. Menurut deskripsi jagung pertiwi-2, kisaran bobot 100 biji kering +_ 30,9 g. Hasil ini menunjukk bahwa perlakuan jenis pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat pada perlakuan manapun belum dapat memberikan hasil yang optimal dalam bobot 100 biji, meskipun jenis pupuk SP-36 dan pengaplikasian pupuk hayati MPF sebanyak 2 kali cenderung memberikan hasil yang lebih tinggi terhadap bobot 100 biji kering dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lain.

Hal ini mengindikasikan belum terse- rapnya unsur P secara optimal oleh tanaman jagung. Rahni (2012), mengemukakan bahwa peningkatan bobot kering biji berkaitan dengan besarnya translokasi fotosintat ke dalam biji dan semakin baiknya sistem perakaran tanaman untuk mengabsorpsi unsur hara dari dalam tanah. Translokasi fotosintat yang cukup besar ke organ-organ reproduktif menyebabkan pembentukan tongkol dan pengisian biji berlangsung dengan baik dan biji-biji yang terbentuk bernas dengan ukuran yang lebih besar.

Belum maksimalnya bobot 100 biji pada tanaman jagung juga dapat dipengaruhi oleh inokulan yang digunakan untuk pupuk hayati. Inokulan yang digunakan adalah bakteri pelarut *Pseudomonas mallei* dan *Pseudomonas cepacea*, serta jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. Diduga inokulan yang digunakan ini belum dapat bekerja secara optimal. Menurut penelitian yang dilakukan Viruel *et al.* (2014), inokulan *Pseudomonas tolaasii* terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan, hasil tanaman, dan nutrisi P.

Bobot Biji Pipilan Kering Per Tanaman, Bobot Biji Pipilan Kering Per Petak, dan Bobot Biji Pipilan Kering Per Hektar. Dari hasil analisis ragam dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5% yang terdapat pada tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan pengaruh jenis pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat memberikan hasil tidak berbeda nyata dari semua perlakuan terhap bobot biji pipilan kering per tanaman (g), bobot pipilan kering per petak, dan bobot pipilan kering per hektar (ton/ha). Menurut deskripsi, rata-rata hasil produksi jagung Pertiwi-2 adalah 9,66 ton/ha pipilan kering, sedangkan dari hasil penelitian ini didapatkan rata-rata tertinggi pipilan kering sebesar 6,46 ton/ha.

Perlakuan SP-36 50% dengan pemberian pupuk hayati MPF 1 kali pada waktu sebelum tanam cenderung memberikan hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lain. Meski demikian, semua perlakuan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata dan hasil produksi yang dideskripsikan. Hal ini mungkin dikarenakan setelah masa vegetatif, mikroba yang ada di pupuk hayati MPF sudah tidak bisa bertahan karena tempat hidupnya sudah tidak lagi dalam kondisi optimal.

Tabel 6. Pengaruh Jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Tinggi Tanaman Jagung pada 4 MST, 6 MST dan 8 MST (cm)

Perlakuan	Bobot Biji Pipilan Kering per Tanaman (g)	Bobot Biji Pipilan Kering per Petak (kg)	Bobot Biji Pipilan Kering per Hektar (ton/ha)
A	148.65 a	3.78 a	5.35
B	133.30 a	3.80 a	5.38
C	136.95 a	4.15 a	5.88
D	158.15 a	4.56 a	6.46
E	163.57 a	4.25 a	6.02
F	147.59 a	4.04 a	5.72
G	145.81 a	4.13 a	5.85
H	164.56 a	4.36 a	6.17
I	151.85 a	4.22 a	5.97

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak duncan pada taraf 5%

Menurut Subekti dkk. (2007), pada masa vegetatif akhir tanaman menyerap unsur hara P sekitar 50% lalu diikuti oleh N dan K masing-masing sebesar 60% sampai 70% dan 80% sampai 90%. Maka untuk sampai panen kemungkinan tempat hidup mikroba sudah tidak lagi mendukung karena unsur-unsur hara makro yang sebagai nutrisi untuk menunjang hidupnya sudah tidak lagi mensuplai pertumbuhan mikroba untuk biosintesis sel (Ma'shum dkk. 2003). Pada masa vegetatif, unsur-unsur hara makro telah dipergunakan sehingga pertumbuhan mikroba kurang optimal dengan bertambahnya waktu mendekati panen.

Hasil pipilan kering yang rendah ini juga bisa berkaitan karena tidak sesuainya jarak tanam yang digunakan dalam percobaan dengan anjuran jarak tanam optimal. Secara umum, kepadatan tanam anjuran adalah 66.667 tanaman/ha. Ini dapat dicapai dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm dengan satu tanaman per lubang, atau jarak tanam 75 cm x 40 cm dengan dua tanaman per lubang (Akil dan Hadijah, 2007).

Indeks Panen. Indeks panen adalah rasio hasil bobot kering biji dengan hasil bobot kering total tanaman. Nilai indeks panen optimal dapat bervariasi dari 0,15 sampai 0,52 dan nilai indeks panen dapat dipengaruhi oleh lama dan laju pertumbuhan (Goldsworthy dan Fisher, 1992). Indeks panen menggambarkan hasil asimiliat yang diperoleh tanaman (Gardner and Pearce, 1991).

Tabel 7. Pengaruh Jenis Pupuk Fosfat dan Waktu Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Indeks Panen

Perlakuan	Indeks Panen
A	0.29 a
B	0.26 a
C	0.27 a
D	0.35 a
E	0.36 a
F	0.32 a
G	0.31 a
H	0.34 a
I	0.30 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Menurut Suhendar (2011) berdasarkan hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, nilai indeks panen untuk tanaman jagung pada daerah tropis sekitar 0.39. Nilai indeks dapat ditentukan oleh total hasil pipilan kering, bobot 100 biji dan indeks luas daun. Hasil penelitian pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dan dibawah kisaran indeks panen untuk tanaman jagung pada daerah tropis (Tabel 7).

Hal tersebut dapat disebabkan oleh bobot 100 biji yang rendah sehingga mempengaruhi rasio bobot biji dan total bobot kering tanaman. Meski demikian, nilai indeks panen perlakuan D dinilai cenderung lebih efisien dibandingkan perlakuan lain. Ini didasarkan pada nilai indeks panen pengaplikasian pupuk SP-36 dengan dosis 50% yang dikombinasikan dengan pupuk hayati MPF sebanyak 1 kali tidak berbeda jauh dengan nilai indeks panen yang didapat oleh perlakuan E, yang mengaplikasikan pupuk hayati sebanyak 2 kali dengan jenis dan dosis pupuk P yang sama dengan perlakuan D.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan pada percobaan ini adalah :

1. Jenis pupuk fosfat dan waktu pengaplikasian pupuk hayati mikroba pelarut fosfat hanya memberikan pengaruh terhadap panjang tongkol. Jenis pupuk fosfat dan waktu pengaplikasian pupuk hayati mikroba pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, indeks luas daun, diameter tongkol, jumlah baris biji per tongkol,

jumlah biji per tongkol, bobot 100 biji, bobot biji pipilan kering per tanaman, bobot biji pipilan kering per hektar dan indeks panen pada semua perlakuan.

2. Perlakuan jenis pupuk SP-36 dengan dosis 50% dari anjuran dengan pengaplikasian pupuk hayati MPF sebanyak 1 kali pada saat tanam cenderung lebih baik dan lebih efisien terhadap hasil tanaman jagung dibandingkan dengan perlakuan lain.

Daftar Pustaka

- Akil, M. dan A.D. Hadijah. 2007. Budidaya Jagung dan Diseminasi Teknologi. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros. Departemen Pertanian.
- Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1969. *The Nature and Properties of Soil*. The Macmillan Company. New York. Diterjemahkan oleh Soegiman. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhurara Karya Aksara. Jakarta
- Budiman, A. 2004. Aplikasi Kascing dan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Ultisol serta Efeknya Terhadap Perkembangan Mikroorganisme Tanah dan Hasil Tanaman Jagung Semi (*Zea Mays L.*). Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Tidak dipublikasikan
- Fitriatin, B.N., A. Yuniarti., dan T. Turmuktini. 2013. Pagaruh Mikroba Pelarut Fosfat Penghasil Zat Pengatur Tumbuh terhadap Fosfat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Jagung serta Efisiensi Pupuk P pada Tanah Marginal. Laporan Penelitian. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang.
- Gardner, F.P. and B. Pearce. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (terjemahan dari *Physiology of Crop Plants* oleh Herawati Susilo). Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta
- Goldsworthy, P.R. and N.M. Fisher. 1996. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik, Cetakan Kedua. Diterjemahkan oleh Tohari dari *The Physiology of Tropical Field Crops* (1984). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hasanudin, dan G.M. Bambang. 2004. Pemanfaatan Mikoriza Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Perbaikan Fosfor Tersedia, Serapan Fosfor Tanah (Ultisol) dan Hasil Jagung (Pada Ultisol). Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Vol. 6. No. 1. Hal 8 - 13. ISSN 1411 - 0067
- Husen E. 2009. Telaah Efektivitas Pupuk Hayati Komersial dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. Balai Penelitian Tanah. Bogor. Hal 105-117.
- Isrun. 2006. Pengaruh Dosis Pupuk P dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan P dan hasil Jagung Manis (*Zea mays var Saccharata sturt*) Pada Inceptisols Jatinangor. J. Agrisains Vol, 7 No.1:9-17.
- Kusnadi, M.H. 2000. Kamus Istilah Pertanian. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.
- Laiya, R., M.I. Bahua, dan Nurmi. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Jagung Hibrida melalui Pemberian Pupuk Hayati. Laporan Penelitian. Jurusan Agroteknologi Fakultas Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Maa'shum, M., J. Soedarsono, dan L.E. Susiolowati. 2003. Biologi Tanah. CPIU Pasca IAEUP Bagpro Peningkatan Sumberdaya Manusia Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Rahni, N.M. 2012. Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah Vol.3 No. 2 Juni 2012. 27-35p.
- Sholeha, M. 2011. Respons Tanaman Jagung terhadap Perlakuan Dosis Batuan Fosfat Deposit Ciamis, Cileungsi, Tuban dan Pamekasan pada Oxisol. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Univ. Jember. Jember.
- Subagyo, H., N. Suharta., dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Halaman 21-26. Dalam Prasetyo, B.H., Suriadikarta, D.A. 2006. Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Subekti, N.A., dkk. 2007. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Suhendar, D. 2011. Pengaruh Dosis Pupuk N,P,K dan Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Hibrida P-12 di Jatinangor. Sumedang.

- Suriadikarta, D.A., R.D.M. Simanungkalit. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. ISBN 978-979-9474-57-5
- Sutopo. 2003. Kajian Penggunaan Bahan Organik Berbagai Bentuk Sekam Padi dan Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Fakultas Pertanian UNS. Jurnal Sains Tanah Vol.. 3. No. 1. Hal 45. ISSN 1412-3606. Semarang
- 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.
- Viruel, E., L. E. Erazzu. L. M. Calsina, M. A. Ferrero, M. E. Lucca, and F. Sineriz. 2014. Inoculation of Maize with Phosphate Solubilizing Bacteria: Effect on Plant Growth and Yield. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14 (4). 819 – 831. Tucuman.
- Winarso. 2005. Pengertian dan Sifat Kimia Tanah. Yogyakarta. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Mochamad Arief Soleh

Overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan Photosynthesis Analyzer Li-6400

Overestimation measurement of gas exchange by using Portable Photosynthesis Analyzer LI-6400

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstarct Overestimating gas exchange measurement on plant could be happen by carelessly researcher. For example overestimating gas exchange data was found on onion crop, which was recorded between 97-158 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ while, another data on maize was recorded between 85 - 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. It is obviously overestimating example, due to maize must be higher in gas exchange rate. There are two possibilities affected on the overestimating measurement, firstly, user mistakes, it could be occur due to lack information on physiological data of crops, misusing of equipment and carelessly during measurement. Secondly, improperly leaf sample condition e.g. limitation of stomatal conductance rate; sample was too young or old; physic contact on leaf may affect stomatal closure. To prevent the overestimating measurement, researchers who are using photosynthesis analyzer should be understood on crop physiological information in advance.

Keywords: Gas exchange · LI-6400 · Overstimation

Sari Overestimasi pengukuran gas exchange pada tanaman dapat terjadi ketika peneliti tidak jeli dalam melihat atau memahami cara kerja alat LI6400 seperti dalam pengukuran gas exchange pada bawang merah mencapai 97-158 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ lebih besar dari pengukuran gas exchange pada jagung yang berkisar 85 - 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Hasil pengukuran ini jelas overestimasi karena laju gas exchange jagung harusnya lebih besar dari bawang. Ada dua kemungkinan yang menyebabkan terjadinya overestimasi dalam pengukuran gas exchange

tanaman dengan menggunakan alat LI-6400 ini, pertama: faktor pengguna seperti kurang informasi berkenaan response gas exchange tanaman, kesalahan teknis pemasangan alat serta kurang hati-hatian dalam menggunakan alat. Kedua, faktor sample daun yang diukur dalam kondisi krang baik untuk pengukuran, seperti: laju pembukaan stomata sangat minim, kondisi daun terlalu muda atau tua, serta daun terlalu banyak disentuh fisik (tangan) sehingga stomata menutup. Untuk menghindari hal tersebut hendaknya para peneliti yang menggunakan alat portable fotosintesis ini agar lebih memahami informasi fisiologis tanaman yang diukurinya.

Kata kunci: Gas exchange · LI-6400 · Overestimasi

Pendahuluan

Seiring waktu, teknologi berkembang semakin cepat dan lebih memudahkan pekerjaan, sehingga tercapai target pekerjaan seefektif dan seefisien mungkin. Dalam ranah penelitian tanaman, berbagai alat praktis telah dibuat untuk mengukur response tanaman terhadap lingkungan tumbuh seperti dibuatnya alat ukur fotosintesis portable LI6400, alat ini telah banyak digunakan oleh para peneliti tanaman karena terkenal praktis dan mampu menghasilkan data yang akurat.

Dari sejarah perkembangan alat ukur fotosintesis, Baldochi dan Amthor (2001) menyebutkan bahwa proses pengukuran laju fotosintesis atau gas exchange tanaman dimulai dari pertengahan abad 20 dengan menggunakan chamber yang sangat sederhana untuk mengisolasi gas-gas yang keluar dan masuk chamber yang merupakan respon dari tanaman, hanya saja overestimasi pengukuran gas

Dikomunikasikan oleh Tati Nurmala

Mochamad Arief Soleh¹

¹)Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,

Universitas Padjadjaran

korepondensi: m.arief@unpad.ac.id

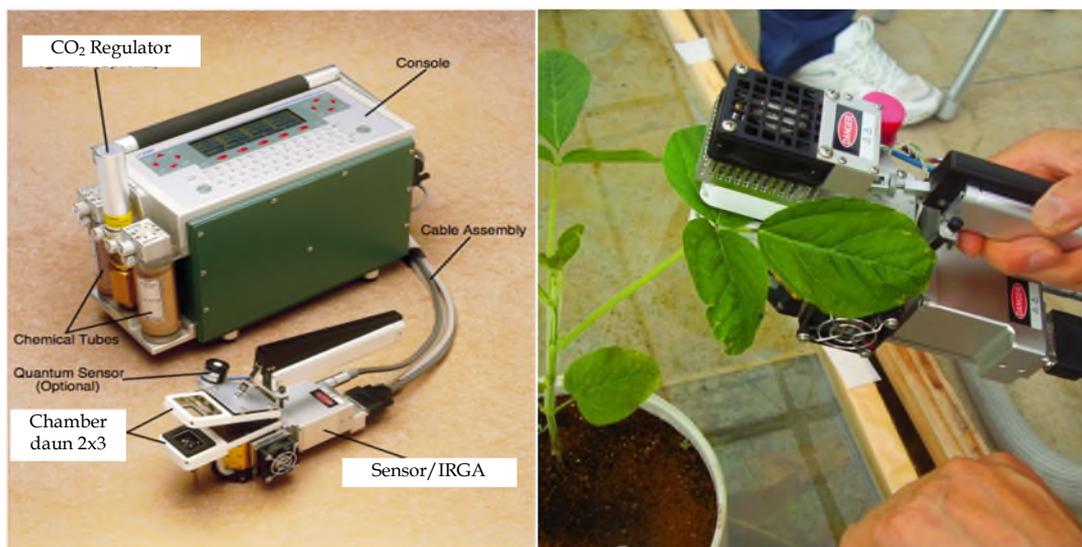
exchange dalam chamber sering terjadi dikarenakan konsentrasi CO_2 di dalam chamber lebih tinggi dari atmosphere akibat bercampur dengan gas yang bersumber dari tanaman, serta cenderung berfluktuasi. Namun seiring waktu teknologi chamber tersebut disempurnakan dengan ditambahkan dry absorbant untuk menjaga konsentrasi CO_2 dalam chamber stabil, sehingga estimasi pertukaran gas lebih akurat. Lebih jauh, ditemukannya infrared absorption spectrometer (atau IRGA) lebih memudahkan pengukuran gas exchange dengan teliti. Teknologi itulah yang sekarang ada dalam alat portable fotosintesis seperti LI-6400. Dari sejarahnya, overestimasi pengukuran sering terjadi dikarenakan konsentrasi CO_2 yang ada dalam chamber tidak stabil sehingga data yang terekam dalam alat menjadi bias. Adanya gas CO_2 dari respirasi dalam keadaan gelap (sebelum pencahayaan) menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange (Pons and Welschen, 2002).

Dari kejadian tersebut salah satu penyebab overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan portable analyzer adalah ketidakstabilan gas yang ada di chamber LI-6400, walaupun faktor lain sangat mungkin terjadi. Sebagai contoh overestimasi pengukuran gas exchange yang ditemui adalah pengukuran laju gas exchange bawang merah mencapai angka $97\text{-}158 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Anshar et al.,

2011) dan jangung mencapai $85 - 100 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Dewi 2012). Contoh tersebut merupakan gejala overestimasi yang sangat jelas dalam mengukur laju fotosintesis tanaman. Secara umum tanaman C4 (Jagung) akan memiliki laju fotosintesis lebih tinggi dibanding dengan tanaman C3 (bawang). Tujuan tulisan ini adalah untuk menjelaskan beberapa faktor yang dapat menyebabkan overestimasi pengukuran laju fotosintesis atau gas exchange pada tanaman dengan menggunakan alat portable photosynthesis analyzer LI6400.

Cara Kerja Alat Photosynthesis Analyzer LI-6400

LI-6400 portable photosynthesis analyzer merupakan alat ukur laju fotosintesis daun yang berbasis pertukaran gas (gas exchange). Sensor yang mengukur laju pertukaran gas (photosynthesis) tersebut adalah sensor infrared sehingga disebut pula IRGA (Infra Red Gas Exchange). Setiap pertukaran gas di daun sampai satuan detik dapat dicatat oleh alat tersebut. Kalkulasi gas exchange ini dapat keliru jika ukuran daun lebih sempit dari ukuran chamber daun. Ukuran chamber LI6400 standar adalah $2 \times 3 \text{ cm}^2$. Bila ukuran daun yang



Gambar 1. Alat photosynthesis analyzer LI6400.

Sumber: manual book LI-6400 (Licor inc, USA) dan koleksi pribadi

Tabel 1. Spesifikasi alat photosynthesis analyzer LI6400

SPESIFIKASI ALAT LI6400	FUNGSI
Alat ini menggunakan sensor infrared untuk analisis utama CO ₂ , H ₂ O, Cahaya, dan Temperature.	
CO₂ Analyzer Tipe: infrared gas analyzer. Range pengukuran : 0-3100 μmol mol ⁻¹ . Akurasi: Maximum deviation: ± 5 μmol mol ⁻¹ dari 0 sampai 1500 μmol mol ⁻¹ & ± 10 μmol mol ⁻¹ dari 1500 sampai 3100 μmol mol ⁻¹ .	Mengukur tingkat pertukaran gas CO ₂ antara reference dan Daun
H₂O Analyzer Range pengukuran: 0-75 mmol mol ⁻¹ , atau 40 °C titik basah (dew point) Akurasi: Maximum deviation: ± 1.0 mmol mol ⁻¹ from 0-75 mmol mol ⁻¹ .	Mengukur tingkat kelembaban di dalam chamber daun.
Cahaya analyzer PAR Internal and External Chamber Sensors: Range: 0 sampai > 3000 μmol mol ⁻¹ . Resolution: < 1 μmol mol ⁻¹ . Akurasi: ± 5% of reading.	Mengatur tingkat cahaya yang di ukur di dalam chamber daun.
Temperature analyzer Range pengukuran: 0 °C to 50 °C. Akurasi : Maximum error < ± 0.5 °C. Typical Error: < ± 0.25 °C. Temperature Kontrol: chamber daun dapat didinginkan sapai ± 6 °C dari ambient.	Mengatur temperature sample (daun) dengan mengontrol temperature block chamber daun.

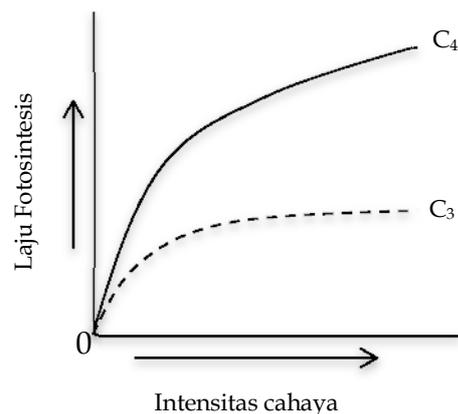
Sumber: manual book LI-6400 (Licor inc, USA)

diukur lebih kecil dari ukuran chamber tanpa dikalkulasi ulang maka hasil pengukuran tidak valid atau overestimasi. Contoh kasus overestimasi pada pengukuran gas exchange tanaman bawang dan Jagung tanaman yang di muat di dua jurnal ilmiah nasional. Dari dua kasus tersebut, terindikasi terjadinya pengukuran gas exchange bawang over estimasi sehingga nilainya jauh lebih tinggi dari nilai gas exchange jagung. Untuk lebih jelas berikut gambar dan spesifikasi alat :

Faktor Penyebab Overstimasi Pengukuran Gas Exchange Li-6400

Ada banyak faktor yang memungkinkan menjadi penyebab terjadinya overestimasi pengukuran gas exchange pada tanaman, secara singkat dapat dipisahkan kedalam dua faktor yakni dari sisi pengguna (user) dan sisi sample daun. Faktor user ini merupakan faktor terpenting yang bisa menyebabkan munculnya overestimasi pengukuran gas exchange. Beberapa poin terkait faktor ini antara lain: **a.** Pemahaman user akan data fisiologis tanaman khususnya laju fotosintesisnya. Ketidaktahuan user terhadap response gas exchange tanaman akan berujung pada overestimasi pengukuran.

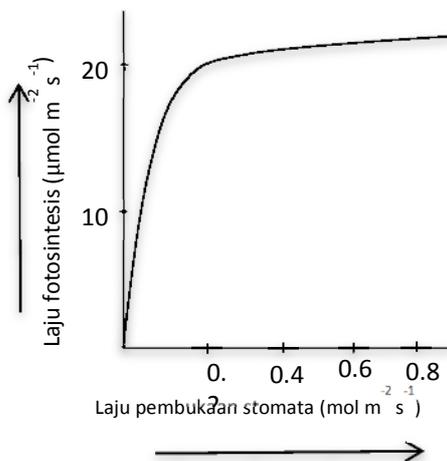
Sebagai contoh standar umum gas exchange pada kedelai berkisar 25-35 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (Soleh et al., 2016) atau standar gas exchange padi mencapai 30-40 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (Makino 2011). Secara fisiologis, fotosintesis tanaman C₄ (Jagung) akan lebih tinggi dari tanaman C₃ (bawang merah) seperti tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi perbedaan response fotosintesis antara tanaman C₄ dan C₃ pada kondisi kurva cahaya meningkat (Connor et al., 2011).

b. Kesalahan teknis pemasangan alat serta settingannya, hal ini akan menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange terjadi. Sebagai contoh terbukanya bantalan chamber

akan menyebabkan gas CO_2 dari luar masuk ke dalam chamber sehingga konsentrasi CO_2 di dalam chamber menjadi tinggi, atau absorbance material (desiccant dan silica gel) tidak dalam keadaan baik sehingga keadaan gas CO_2 atau H_2O dalam chamber tidak stabil. Selain itu prosedur kalibrasi chamber tidak dilakukan sehingga gas sisa dalam chamber masih ada dan bersatu dengan pengukuran gas exchange tanaman. **c.** Kurang teliti dari user dapat menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange seperti mensetting buka-tutup kap absorbance desiccant and silica gel secara sambarangan diwaktu pengukuran terjadi akan menyebabkan overestimasi.



Gambar 3. Ilustrasi response pembukaan stomata versus fotosintesis (Farquhar and Sharkey, 1982).

Faktor kedua yakni kondisi sample daun tanaman, beberapa hal yang dapat memunculkan overestimasi pengukuran gas exchange tanaman terkait sample tanaman sebagai berikut: **a.** Laju pembukaan stomata tanaman terlalu minim sehingga data gas exchange overestimasi terlalu rendah. Bila data pengukuran direkam dalam keadaan stomata tanaman menutup maka akan laju gas exchange tanaman cenderung akan menurun. Beberapa penyebab stomata masih menutup adalah terlalu banyak kontak fisik dengan tangan ketika memegang daun, waktu tunggu pengukuran sampai merekam data terlalu singkat sehingga stomata tidak memiliki waktu untuk membuka secara optimal. Pembukaan stomata memiliki kaitan erat dengan laju gas exchange tanaman sample seperti yang dilaporkan oleh Farquhar dan Sharkey, 1982 bahwa pembukaan stomata menyebabkan pertukaran gas dalam daun

sehingga akan meningkatkan laju gas exchange tanaman sampai tercapai kondisi stabil seperti terlihat pada Gambar 3.

b. Pemilihan sample daun yang tidak tepat seperti terlalu muda atau tua akan menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange. Daun yang terlalu muda akan menyebabkan laju gas exchange terlalu minim karena kandungan chlorophyll termasuk protein rubisco yang berperan dalam proses fotosintesis masih dalam kadar rendah (Makino 2011). Begitupula dengan pemilihan sample daun yang terlalu tua akan menyebabkan pengukuran gas exchange terlalu minim karena daun mendekati senesce yang berarti kinerja enzyme fotosintesis tidak dalam kondisi prima. **c.** Pemilihan luas daun yang tidak sesuai dengan chamber daun LI-6400 akan menyebabkan overestimasi, misalnya luas chamber 2×3 cm dipakai untuk daun yang luasnya 3×1 cm, maka data gas exchange yang dihasilkan akan overestimasi lebih besar dari biasanya.

Untuk meminimalkan kejadian overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan alat portable photosynthesis analyzer beberapa point yang harus diperhatikan antara lain: **a.** Fahami response gas exchange tanaman target dengan melihat referensi yang shahih. Sehingga kesalahan akan cepat diketahui manakala kita mengetahui "standar" response gas exchange tanaman sewaktu melakukan pengukuran. Bila tanaman yang di teliti merupakan tanaman langka dalam artian masih minim informasi gas exchange maka hendaknya menjadikan standar response tanaman yang mendekati baik dalam satu genus, atau dalam satu family. **b.** Fahami protokol penggunaan alat portable photosynthesis sebaik mungkin sehingga kekeliruan karena salah settingan dan pemasangan alat akan diminimalkan. Banyak berdiskusi dengan para peneliti lain yang pernah menggunakan alat tersebut adalah jalan terbaik untuk memahami protokol penggunaan alat tersebut. **c.** Lakukan penelitian pendahuluan dan atau latihan penggunaan alat sebelum penelitian utama dilakukan. Kegiatan ini sangat bermanfaat untuk mengurangi overestimasi pengukuran gas exchange.

Kesimpulan

Overestimasi pengukuran gas exchange tanaman merupakan hal umum terjadi pada

peneliti kapan dan dimana saja, salah satu cara untuk menghindari kesalahan dalam pengukuran adalah memahami informasi response tanaman serta protokol alat yang digunakan. Paparan singkat di atas diharapkan mampu memberikan informasi lebih akurat kepada para peneliti tanaman berkenaan dengan overestimasi data pengukuran alat portable photosynthesis analyzer.

Daftar Pustaka

- Anshar, M., Tohari, Sunarminto HB dan Sulistyaningsih E. 2012. Pertumbuhan, hasil dan kualitas umbi bawang merah pada kadar air tanah dan ketinggian tempat berbeda. *Jurnal Agrivigor* 10(2): 128-138.
- Connor JD., Loomis SR., and Cassman GK. 2011. *Crop Ecology* pp. 268 Cambridge University Press
- Baldocci DD and Amthor SJ. 2001. Canopy photosynthesis: history, measurements and models, in *Terrestrial Global Productivity: Past, present and future*, Edited by J. Roy and B. Saugier and H. Mooney pp. 9-31 Academic San Diego Calif.
- Dewi SE. 2012. Pengaruh kombinasi sumber nitrogen terhadap pertumbuhan hasil jagung. *Jurnal AgroPet* Vol. 9 Nomor 1
- Farquhar G.D., Sharkey D.T. 1982. Stomatal Conductance and Photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33: 317-345.
- Makino A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiology*, 155: 125-129.
- Manual book LI-6400. 1999. Using The LI-6400 Portable Photosynthesis System. Hal. 1-12.
- Pons L.T and Welschen M.A.R. 2002. Overestimation of respiration rates in commercially available clamp-on leaf chambers. Complications with measurement of net photosynthesis, 25: 1367-1372.
- Soleh MA., Tanaka Y., Yuko Nomoto Y., Iwahashi Y., Nakashima K., Fukuda Y., Long PS and Shiraiwa T. 2016. Factors underlying genotypic differences in the induction of photosynthesis in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Plant, Cell and Environment*, 39: 685-693.

Azizah, E. · A. Setyawan · M. Kadapi · Y. Yuwariah · D. Ruswandi

Identifikasi morfologi dan agronomi jagung hibrida Unpad pada tumpangsari dengan padi hitam di dataran tinggi Arjasari Jawa Barat

Morphology and agronomical identification of Unpad maize hybrids under intercropping with black rice in Arjasari up land, West Java

Diterima : 15 November 2016/Disetujui : 15 Desember 2016 / Dipublikasikan : 30 Desember 2016
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Maize production in Indonesian has not been able to cover the high demand for national maize. Black rice also generally experience the same conditions. Efforts to increase maize production can be increased through the use of hybrid maize. However, the use of hybrid varieties will bring environmental problems due to over application of synthetic fertilizers. Environmental modifications actively on the cultivation of hybrid maize and black rice can be done by intercropping. This is one solution that is environmentally healthy because it enriches organic and anorganic materials through the selection of a second crop selectively, prevent crop failure, food diversification and intake different nutrition. The purpose of this study was to get the best unpad hybrid maize varieties that have the performance of morphological and agronomic crops such as black rice in the up lands. Field trial using a randomized block design with 18 treatments (unpad hybrid maize) and 1 varieties commercially as a check. To selected the best maize hybrid analysis followed by Least Significant Increase (LSI) test. The results showed that in the condition of intercropping with a black rice, leaf length character with a maize hybrid selected JH6, JH17, JH12, and the character of dry seed grain weight, with a hybrid elected JH17, JH12, JH8, JH1 and JH14, were increased then check. The leaves and dry seed grain weight is an important character associated with a high yield in maize hybrids.

However, this condition giving the same results at ear height and chlorophyll content. To obtain hybrid maize unpad more stable and adaptive needs to do further testing on the season and a different altitude.

Keywords: Morphology-Agronomy · Hybrid maize · Black rice · Intercropping

Sari Produksi jagung di Indonesia belum mampu menutupi tingginya permintaan jagung nasional. Padi hitam pun secara umum mengalami kondisi yang sama. Upaya peningkatan produksi jagung dapat ditingkatkan melalui penggunaan jagung hibrida. Namun, penggunaan varietas hibrida akan mendatangkan permasalahan lingkungan karena over aplikasi pupuk sintetis. Modifikasi lingkungan secara aktif pada budidaya hibrida jagung dan padi hitam dapat dilakukan dengan cara tumpangsari. Hal ini merupakan salah satu solusi yang ramah lingkungan karena memperkaya bahan organik dan anorganik melalui pemilihan tanaman kedua secara selektif, mencegah gagal panen, diversifikasi pangan dan asupan nutrisi yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan varietas jagung hibrida unpad yang memiliki penampilan morfologi dan agronomi terbaik dalam tumpangsari dengan padi hitam di dataran tinggi. Percobaan lapangan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 18 perlakuan jagung hibrida unpad dan 1 varietas komersil sebagai cek. Untuk mendapatkan Jagung hibrida terpilih analisis dilanjutkan dengan uji Least Significant Increase (LSI). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dalam kondisi tumpangsari dengan padi hitam, karakter panjang daun dengan hibrida terpilih JH6, JH17, JH12, dan karakter bobot biji pipilan kering, dengan hibrida terpilih JH17, JH12, JH8,

Dikomunikasikan oleh Anne Nuraini

Azizah, E.¹ · A Setyawan² · M. Kadapi³ · Y. Yuwariah · D. Ruswandi³

¹Staf Pengajar Univ. Singaperbangsa Karawang (Unsika), Jln. HS Ronggowaluyo Telukjambe Karawang, Jawa Barat

²Mahasiswa Program Sarjana Univ. Singaperbangsa Karawang

³Staf Pengajar Universitas Padjadjaran (Unpad)

Korespondensi: eliaqusyairi@gmail.com

JH1 dan JH14, memberikan hasil tertinggi dibandingkan cek. Panjang daun dan bobot biji pipilan kering merupakan karakter penting terkait dengan hasil yang tinggi pada jagung hibrida. Namun, memberikan hasil yang sama pada tinggi tongkol dan kandungan klorofil. Untuk mendapatkan jagung hibrida unpad yang lebih stabil dan adaptif perlu dilakukan pengujian lebih lanjut pada musim dan ketinggian tempat yang berbeda.

Kata kunci : Morfologi-Agronomi · Hibrida · Jagung · Padi hitam · Tumpangsari

Pendahuluan

Jagung sebagai bahan pangan utama setelah padi menjadi salah satu komoditas yang terus mengalami peningkatan permintaan seiring dengan berkembangnya industri pengolahan jagung dan pakan ternak. Menurut BPS (2015), produksi nasional jagung mencapai 19,61 juta ton sementara kebutuhan dalam negeri mencapai 25 juta ton. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya peningkatan produksi jagung yang salah satunya adalah penggunaan varietas hibrida. Varietas jagung hibrida menjadi salah satu andalan dalam peningkatan produksi Jagung karena memiliki daya hasil yang tinggi melalui efek heterosisnya (Fehr, 1987).

Peningkatan produktivitas melalui jagung hibrida dapat mencapai 10-13 t/ha, berbeda jauh dari benih non hibrida yang hanya < 3 t/ha (Balitsereal, 2010). Varietas jagung hibrida pada aplikasinya memiliki dampak buruk terhadap lingkungan. Tantangan yang dihadapi dengan hasil perbaikan varietas yang dibuat akan datang pada biaya lingkungan yang tinggi karena over aplikasi pupuk sintetis yang tidak bisa dicegah (Robertson dan Vitousek, 2009 dalam Yan, *et al.*, 2011). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu teknik budidaya jagung hibrida yang tetap memerhatikan kesehatan lingkungan dengan hasil yang tetap tinggi.

Upaya untuk menanggulangi permasalahan lingkungan akibat pupuk sintetis ataupun penggunaan lahan yang sub optimal dapat diatasi melalui modifikasi lingkungan tumbuh, salah satunya adalah tumpangsari. Tumpangsari diyakini dapat memberikan solusi karena pada sistim tanam ini lingkungan dapat dimodifikasi melalui pemilihan tanaman kedua secara selektif (Ruswandi, *et al.*, 2016). Manfaat lain pada

tumpangsari melalui modifikasi kondisi lingkungan secara aktif akan memberikan hasil optimal karena dapat mengurangi resiko gagal panen, diversifikasi pangan, pengayaan unsur organik dan anorganik, mengurangi serangan hama penyakit serta mencegah erosi (Vandermeer, 1989; Kumar *et al.*, 2012; Ruswandi *et al.*, 2016).

Pemilihan tanaman kedua sebagai tanaman pendamping bagi Jagung harus memerhatikan aspek ekologi (Kleinheiz, 1998), fisiologis dan ekonomis (Bantie, 2015). Jagung sebagai tanaman C4 membutuhkan intensitas cahaya penuh, sementara padi sebagai tanaman C3 menghendaki sebaliknya, dengan demikian melalui modifikasi lingkungan secara aktif dengan mempertimbangkan aspek fisiologis tanaman maka tumpangsari jagung dan padi akan menghasilkan interaksi yang positif. Hal ini didukung pula secara ekonomis, padi hitam merupakan salah satu pangan fungsional yang memiliki khasiat antioksidan, khasiat tersebut menjadikan permintaan padi hitam terus meningkat. Oleh karena itu, pemilihan padi hitam sebagai tanaman kedua pada sistim tumpangsari dengan jagung dapat meningkatkan produksi kedua komoditas tersebut.

Sistim tumpangsari pada aplikasinya adalah menanam lebih dari satu tanaman pada lahan dan periode tanam yang sama (Yuwariah, 2011). Akibatnya, pada kondisi ini akan terjadi interaksi antara tanaman utama dan tanaman kedua. Interaksi yang terjadi dapat bersifat positif atau saling mendukung maupun negatif. Pada tumpangsari jagung/legume, menunjukkan bahwa jagung memiliki hasil yang lebih tinggi pada bobot biji per plot dan bobot tongkol dengan kelobot hijau (Silva, *et al.*, 2012). Pada penelitian lain dimana jagung manis unpad di tumpangsarikan dengan cabai memberikan produktivitas hasil tertinggi, ratio kompetisi menengah dan indek toleransi rendah saat cabai ditumpangsarikan dengan jagung pada pola 2:1 (Ruswandi *et al.*, 2016). Hasil akhir yang diharapkan pada tumpangsari sebenarnya adalah optimum bagi kedua komoditas yang diusahakan. Oleh karena itu, menjadi hal yang penting untuk mengidentifikasi awal karakter agronomi Jagung hibrida unpad yang memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanaman cek pada sistim tumpangsari dengan padi hitam.

Identifikasi karakter agronomi menjadi acuan awal dalam memilih hibrida dengan hasil

yang tinggi pada tumpangsari. Karakter agronomi erat kaitannya dengan hasil dan komponen hasil yang menjadi tujuan utama meningkatkan produksi jagung. Namun demikian, karakter ini umumnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan (Phoelman & Sleeper, 1995). Arjasari merupakan representasi lingkungan untuk dataran tinggi di Jawa Barat. Ketinggian tempat berpengaruh terhadap suhu udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Semakin tinggi suatu tempat semakin rendah suhu udara, kelembaban semakin tinggi dan intensitas cahaya semakin rendah. Keadaan tersebut akan berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman terutama fotosintesis dan respirasi (Taiz & Zeiger, 2006). Oleh karena itu, identifikasi karakter agronomi jagung hibrida dalam lingkungan tumpangsari dengan padi hitam di dataran tinggi penting untuk dilakukan.

Bahan dan Metode

Percobaan dilakukan selama bulan Maret 2016 sampai Juli 2016 di Kebun Percobaan SPLPP Unpad Unit Arjasari, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat ± 700 m dpl dengan titik ordinat $7^{\circ}00'31.3''$ LS $107^{\circ}32'47''$ BT (dokumenasi pribadi). Suhu rata-rata harian pada saat percobaan $\pm 18-31^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\pm 80\%$. Bahan yang digunakan yaitu 18 jagung hibrida unpad dan 1 hibrida komersial yaitu varietas Pertiwi sebagai pembanding (Tabel 1). Jagung hibrida unpad menjadi perlakuan yang kemudian diulang sebanyak 2 ulangan. Sementara itu, padi hitam yang digunakan merupakan varietas lokal asal Subang.

Sistim tumpangsari yang diaplikasikan berupa tumpangsari barisan (*row intercropping*), yaitu satu baris jagung hibrida dan satu baris padi. Dengan demikian luas petakan yang digunakan adalah $4,5 \text{ m}^2$ dengan jarak antar baris 75 cm dan dalam baris 20 cm.

Data hasil pengamatan di lapangan dianalisis berdasarkan analisis varian untuk rancangan acak kelompok (RAK) (Gomez & Gomez, 1995). Uji lanjut untuk mendapatkan hibrida terbaik di analisis dengan Uji Least Significant Increase (Petersen, 1998). Adapun karakter yang di amati meliputi tinggi letak tongkol (cm), kandungan klorofil (CCI), panjang daun (cm), dan bobot biji 3 sampel pipilan kering (kg).

Tabel 1. Daftar nama hibrida Jagung Unpad yang digunakan

No	Kode Genotipe	Hibrida
1	JH1	DR 10 x MDR 9.1.3
2	JH2	DR 10 x DR 18
3	JH3	DR 10 x DR 8
4	JH4	DR 10 x G 20133077
5	JH5	MDR 9.1.3 x MDR 1.1.3
6	JH6	MDR 9.1.3 x G 203.1
7	JH7	MDR 7.4.1 x DR 18
8	JH8	MDR 7.4.1 x MDR 18.8.1
9	JH9	MDR 7.4.1 x MDR 1.1.3
10	JH10	MDR 14.2.2 x G 20133077
11	JH11	DR 8 x MDR 3.1.4
12	JH12	DR 8 x G 673
13	JH13	DR 8 x G 20133077
14	JH14	DR 8 x MDR 18.8.1
15	JH15	DR 8 x MDR 1.1.3
16	JH16	G 673 x G 20133077
17	JH17	G 20133077 x G 203.1
18	JH18	MDR 18.8.1 x MDR 7.1.9
19	JH19	Hibrida Pertiwi (Cek/Pembanding)

Hasil dan Pembahasan

Kondisi agroekosistem pada sistim tumpangsari jagung hibrida unpad dengan padi hitam di dataran tinggi secara nyata telah memberikan pengaruh pada panjang daun dan bobot biji 3 sampel, namun menunjukkan penampilan dan hasil yang sama pada karakter tinggi letak tongkol dan kandungan klorofil (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis Varian Karakter Morfo-Agro Hibrida Jagung pada Tumpangsari dengan Padi Hitam

Sumber Varian	Tinggi letak Tongkol	Kandungan Klorofil	Panjang Daun	Bobot Biji 3 sampel
Ulangan	986,34	253,36	40,33	0,0048
Perlakuan	123,15	19,42	36,37	0,0150
Galat	785,81	29,41	9,84	0,0034
F hit	0,16 ^{ns}	0,66 ^{ns}	3,70*	4,4118*
CV (%)	9,20	14,50	3,20	11,70

Jagung dan Padi hitam merupakan tanaman yang memiliki famili yang sama (Graminae). Vandermeer (1998) menjelaskan bahwa pemilihan komoditas tanaman pada sistim tanam campuran harus memperhatikan prinsip eksklusif dalam kompetisi. Prinsip ini mengatur untuk menghindari pemilihan

komoditas tanaman yang satu famili karena dapat berakibat pada kompetisi unsur hara yang sama. Namun, Indonesia sebagai negara yang masyarakatnya memiliki budaya mengonsumsi padi sebagai makanan pokok, selain itu didukung oleh luas kepemilikan lahan yang sempit ($\pm 0,25$ ha) dan pengolahan lahan yang sederhana (Ruwandi *et. al.*, 2016) membutuhkan hibrida jagung yang dapat tumbuh optimal dalam kondisi tumpangsari dengan padi hitam di dataran tinggi. Dengan harapan, petani dapat menghindari gagal panen, diversifikasi pangan, dan asupan nutrisi yang berbeda (Yuwariah, 2011).

Komponen morfologi menjadi karakter yang penting diamati untuk mengetahui pengaruhnya terhadap proses pertumbuhan dalam kondisi tumpangsari. Daun salah satu komponen morfologi yang utama bagi tanaman. Semakin panjang daun maka semakin tinggi potensi tanaman tersebut untuk fotosintesis. Pada agroekosistem dataran tinggi dimana intensitas cahaya matahari tidak setinggi dataran rendah akan membutuhkan varietas hibrida jagung berdaun panjang, hal ini berkaitan dengan luas penampang daun dalam menyerap sinar matahari yang pada akhirnya berujung pada aktivitas fotosintesis.

Hasil uji lanjut dengan LSI mendapatkan 3 jagung hibrida unpad yang memiliki panjang daun lebih tinggi dari tanaman cek. Pada Tabel 3, dapat dijelaskan bahwa hibrida JH 6 merupakan hibrida dengan panjang daun yang paling tinggi dibandingkan tanaman cek dan hibrida yang lainnya, kemudian disusul dengan JH 17 dan JH 12.

Jagung hibrida sebagai tanaman C4 memberikan interaksi yang positif pada

tumpangsari dengan padi hitam (padi gogo) sebagai tanaman C3. Hal ini didasarkan bahwa variasi penggunaan varietas yang berbeda dapat menurunkan intensitas serangan hama dan penyakit (Akboola & Fayemi, 1971; Bhatnagar & Davies, 1981; dalam Kleinheiz, 1998; Ibeawuchi, 2007). Pada agroekosistem dataran tinggi (ketinggian ± 700 m dpl) yang memiliki intensitas cahaya sedikit lebih rendah namun kelembaban cukup tinggi, perubahan suhu dan kelembaban secara drastis dapat menyebabkan terjadinya serangan bulai pada jagung. Namun, pada kondisi tumpangsari diharapkan akan mengurangi serangan hama penyakit tersebut.

Efektivitas tanaman jagung hibrida dalam memanfaatkan luasnya penampang daun untuk berfotosintesis telah berpengaruh terhadap bobot biji pipilan kering pada 3 sampel tanaman (komponen agronomi). Hibrida-hibrida terpilih hasil analisis LSI memperlihatkan hasil yang hampir sama dengan hibrida-hibrida yang terpilih untuk karakter panjang daun, seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

Karakter bobot biji pada 3 sampel tanaman tertinggi dimiliki oleh hibrida JH 17 yaitu hasil persilangan antara tetua G 20133077 X G 203 - 1, disusul oleh JH12, JH8, JH1 dan JH14. Karakter bobot biji 3 sampel merupakan cerminan komponen hasil secara individu. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa panjang daun yang dimiliki oleh hibrida-hibrida jagung unpad memberikan hasil yang optimal pula pada bobot biji 3 sampel hibrida jagung unpad. Oleh karena itu, karakter-karakter ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk memilih hibrida jagung unpad terbaik yang mampu tumbuh optimal pada sistem tumpangsari dengan padi hitam.

Tabel 3. Hibrida Jagung Unpad Terpilih Untuk Karakter Panjang Daun Pada Tumpangsari dengan Padi hitam

Peringkat	Kode Entri	Nama Hibrida	Rata-rata (cm)	Nilai Increase
1	JH 6	M9DR 9.1.3 X G 203 - 1	107,3	6,28
2	JH 17	G 20133077 X G 203 - 1	103,8	2,78
3	JH 12	DR 8 X G 673	101,3	0,28

Tabel 4. Hibrida Jagung Unpad Terpilih Untuk Karakter Bobot Biji pipilan kering 3 Sampel pada Tumpangsari dengan Padi Hitam

Peringkat	Kode Entri	Nama Hibrida	Rata-rata (kg)	Nilai Increase (kg)
1	JH17	G 20133077 X G 203 - 1	0,609	0,043
2	JH12	DR 8 X G 673	0,604	0,038
3	JH8	M9DR 7.4.1 X M7DR 18.8.1	0,596	0,030
4	JH1	DR 10 X M9DR 9.1.3	0,587	0,021
5	JH14	DR 8 X M7DR 18.8.1	0,571	0,004

Kesimpulan dan Saran

Kondisi agroekosistem pada jagung hibrida unpad yang tumpangsarikan dengan padi hitam di dataran tinggi memberikan pengaruh terhadap panjang daun dan bobot biji pipilan kering pada 3 sampel tanaman. Jagung hibrida unpad terpilih untuk panjang daun yang lebih tinggi dari cek adalah JH6, JH17 dan JH12, sementara itu untuk karakter bobot biji pipilan kering (3 sampel) peringkat pertama tertinggi dimiliki oleh JH17 disusul oleh JH12, JH8, JH1 dan JH14. Untuk mendapatkan hasil yang lebih stabil dan adaptif pada tumpangsari dengan padi hitam diperlukan pegujian lanjut pada ketinggian yang berbeda, agar didapatkan Jagung hibrida yang memiliki stabilitas dan adaptabilitas yang lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti atas bantuan pendanaan penelitian melalui skema Hibah PUPT a.n Ir. Dedi Ruswandi, M.Sc., Ph.D.

Daftar Pustaka

- Allard, R.W. 1960. Principles of plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc. NewYork, London.
- Bantie, B. Yayeh. 2015. Determination of effective spatial arrangement for intercropping of maize and potato using competition indices at South Wollo, Ethiopia. Vol. 3 (2), pp. 218-225. ISSN: 2408-6886
- Federer, W.T. 1989. Intercropping, Developing Countries, and Tropical Agriculture. Chapter 11. Springer : ISBN 9780387226477
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Macmillan Publ. Co., Inc. New York.
- Gardner, Franklin P. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press. USA.
- Gomez, K.A. & A. A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. UI-Press.
- Ibeawuchi, I . I. 2007. Intercropping - A Food Production Strategy for the Resource Poor farmers. Nature and Science, 5(1) : 46-59.
- Kleinheinz, Volker. 1998. Intercropping With Legums in the tropics. AVRDC. Taiwan.
- Kumar, R., J.Kaul, R.B. Dubey, A. Singode, G.K. Chikkappa, A. Manivannan and M.K. Debnath. 2012. Assesment of drought olerance in Maize (*Zea mays*) based on differen indices. Sabrao Journal Of Breeding and geneics 47 (3):291-298.
- Petersen, R. G. 1985. Design and Analysis of Experiments. Marcel Dekker. New York.
- Phoelman, J.M. and D.A. Sleeper. 1995. Breeding Field Crops. Iowa State University Press.
- Ruswandi, D, J. Supriatna, N. Rostini, and E. Suryadi. 2016. Assessment of sweetcorn hybrids under sweetcorn/ chilli pepper intercropping in West Java, Indonesia. J. Agron., 15(3): 94-103. DOI: 10.392/ja.2016.94.103.
- Silva, P.S.L.2, Silva, P.I.B.3, Oliveira, V.R.4, Barros, G.L.5, and Monteiro, A.L. 2012. Corn Cultivar Intercropping With Arboreal Legumes For Weed Control. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 559-567.
- Taiz, L and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology, Fourth edition. Sinauer Associates, Inc. USA.
- Vandermeer, J. 1989: The ecology of intercropping. Cambridge University Press. Cambridge.
- Yan, J., M. Warburton, and J. Crouch. 2011. Association mapping for enhancing maize (*Zea mays* L.) genetic improvement. Crop Science Vol.51 : 433-449. DOI: 10.2135/cropsci2010.04.0233
- Yuwariah, Y. 2011. Dasar-Dasar Sistem Tanaman Ganda. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UNPAD. Bandung.
- Zhang, F. and Long Li. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Journal of Plant and Soil 248: 305-312.

Wicaksono, F.Y. · A. Wahyudin · T. Nurmala · M.I. Janitra

Pengaruh pupuk silikon organik dan kompos terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum (*Triticum aestivum* L) di dataran medium Jatinangor

The effect of organic silicon fertilizer and compost on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L) on medium land Jatinangor

Diterima : 15 November 2016/Disetujui : 15 Desember 2016 / Dipublikasikan : 30 Desember 2016
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Wheat in the tropics have the potential development in medium land. Silicon can reduce heat stress in wheat on medium land, while compost is expected to be the substitution of silicon fertilizer. The objective of this study was to determine the effect of the interaction the silicon fertilizer and compost on the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) on medium land. This study was conducted in April 2016 - September 2016 in the experimental field Ciparanje, Faculty of Agriculture, University of Padjadjaran, Jatinangor-Sumedang. Experimental design used was a randomized block design with factorial pattern, which consisted of a 6 level dose of silicon (50, 100, 150, 200, 250 and 300 kg ha⁻¹) and 2 level dosages of compost (3 and 6 ton ha⁻¹). The treatments were repeated 3 times. Results showed that there was interaction between silicon dosages and compost dosages on yield. Level of 250 kg ha⁻¹ of silicon fertilizer gave the highest seed weight per crop of 6.39 g at level of 3 ton ha⁻¹ of compost. Level of 200 kg ha⁻¹ of silicon fertilizer gave the highest seed weight per crop of 6.09 g at level of 6 ton ha⁻¹.

Keywords: Wheat · Silikon · Compost

Sari Gandum di daerah tropis mempunyai potensi pengembangan di dataran medium. Silikon dapat mengurangi cekaman panas pada gandum di dataran medium, sementara kompos diharapkan dapat menjadi substitusi pupuk silikon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara pupuk silikon dengan kompos terhadap pertumbuhan dan

hasil tanaman gandum (*Triticum aestivum* L.) di dataran medium. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016 - September 2016 di kebun percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok sementara rancangan perlakuan adalah faktorial yang terdiri dari 6 taraf dosis silikon 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹, 250 kg ha⁻¹, 300 kg ha⁻¹ dan 2 taraf dosis kompos 3 ton ha⁻¹ dan 6 ton ha⁻¹ yang diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan terjadi interaksi antara aplikasi pupuk silikon organik dengan kompos terhadap hasil (bobot biji pertanaman). Aplikasi pupuk silikon organik 250 kg/ha disertai kompos 3 ton ha⁻¹ menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi sebesar 6,39 g per tanaman, sedangkan pada pada aplikasi kompos 6 ton ha⁻¹, hasil tertinggi ditunjukkan pada aplikasi pupuk silikon organik 200 kg ha⁻¹ dengan hasil sebesar 6,09 g per tanaman.

Kata kunci: Gandum · Silikon · Kompos

Pendahuluan

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan jenis sereal yang saat ini sangat penting. Budaya makan mie, roti, dan makanan jenis lain yang berasal dari tepung terigu menjadikan tanaman gandum ini semakin dibutuhkan diberbagai negara, tak terkecuali di Indonesia. Pada tahun 2015, volume impor gandum Indonesia mencapai 7,4 juta metrik ton (Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia, 2016). Kebutuhan gandum setiap tahun yang terus meningkat perlu diimbangi dengan produksi gandum dalam negeri.

Dikomunikasikan oleh Tien Turmuktini

Wicaksono, F. Y.¹ · A. Wahyudin¹ · T. Nurmala¹ · M.I. Janitra¹

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UNPAD
Korespondensi: fiky.yulianto@unpad.ac.id

Tanaman gandum berasal dari subtropis yang menyebabkan tanaman ini memerlukan suhu yang rendah. Penanaman gandum perlu dialokasikan ke dataran yang lebih rendah karena pada dataran tinggi gandum banyak ditanami oleh tanaman hortikultura. Kendala pada penanaman gandum di dataran rendah adalah suhu yang tinggi (Nurmala, 2007). Produksi gandum menurun secara nyata pada 7 juta ha gandum yang ditanam pada lingkungan dengan cekaman suhu tinggi di daerah tropis (Nur, 2013).

Suhu tinggi selama masa vegetatif dapat menyebabkan komponen fotosintesis rusak dan mengurangi taraf asimilasi karbon dioksida (Al-Khatib dan Paulsen, 1999). Cekaman panas juga menurunkan kadar air relatif (RWC) dan kandungan klorofil daun pada rumput-rumputan (Jiang dan Huang, 2000). Aktivitas antioksidan seperti katalase, askorbat peroksidase dan glutathion reduktase sebagai antioksidan dari kedua spesies menurun selama cekaman panas. Kandungan malondialdehid sering digunakan sebagai indikator peroksidasi lipid akibat cekaman panas (Wang dan Li, 2005).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi cekaman panas dan meningkatkan produktivitas gandum dengan penggunaan pupuk silikon. Silikon berperan dalam menjaga stabilitas membran sel dan kandungan air relatif pada tanaman (Sujatha *et. al.*, 2013). Silikon juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada tanaman (Song *et. al.*, 2010). Tingkat polisakarida dalam dinding sel juga lebih tinggi karena silikon berperan pula dalam pengaturan air dalam sel. Unsur silikon pada tanaman graminiae terdapat pada organ daun, batang, dan gabah. Kekurangan unsur ini akan menyebabkan tanaman menjadi kurang terlindungi dan dapat mengurangi produktivitas (Makarim dkk., 2007). Kekurangan unsur silikon dapat menyebabkan pengurangan sintesis protein dan klorofil sehingga hasil tanaman berkurang (Vasanthi *et. al.*, 2014).

Silikon yang berasal dari pupuk harus mengandung minimal 20% SiO₂, kandungan alkali lebih dari 35%, dan memiliki jumlah logam berat yang dibawah standar (Balai Penelitian Tanah, 2011). Pada dasarnya silikon terdapat cukup banyak di dalam tanah. Jumlah silikon di dalam tanah 28,8% dari berat tanah tetapi sebagian besar jumlah silikon terikat dalam tanah dan hanya sedikit yang dapat diserap oleh tanaman (Djajadi, 2013). Silikon

merupakan salah satu unsur kimia kedua terbanyak di kerak bumi (lithosphere) yaitu 27,6% dan diserap oleh hampir semua tanaman dalam bentuk asam monosilikont (monosilicic acid) atau Si(OH)₄. Tanaman sereal dan rumput-rumputan mengandung 0,2-2,0% Si, sedangkan dikotiledon mengandung sepersepuluh dari tanaman sereal. Tanaman tertentu bahkan dapat mengandung 10% Si. (Makarim, dkk., 2007). Kandungan Si di dalam tanah dianggap berlimpah sehingga kurangnya penelitian mengenai silikon. Ohkawa dan Ishibashi pada rentang tahun 1936-1939 menyatakan bahwa defisiensi unsur Si menyebabkan meningkatnya persen gabah hampa dan penurunan produktivitas tanaman padi (Balai Penelitian Tanah, 2010). Penelitian Wicaksono dkk. (2016) menunjukkan bahwa umur tanaman gandum yang diberi silikon menjadi lebih lama, pertumbuhannya dan produktivitasnya lebih baik dibandingkan tanaman gandum yang tidak diberi silikon.

Kompos dapat meningkatkan hara makro maupun mikro pada tanah, termasuk unsur silikon, karena dalam kompos terdapat humus yang dapat meningkatkan KTK tanah sehingga menyediakan hara yang dapat diserap oleh tanaman (Setyorini dkk., 2006). Dengan meningkatnya KTK tanah, pupuk silikon yang diberikan diharapkan dapat diserap oleh tanaman dengan maksimal dan unsur hara yang terdapat dalam kompos juga dapat mengatasi cekaman pada tanaman gandum. Pemberian pupuk kompos dengan dosis tertentu diharapkan dapat mengurangi pemberian pupuk silikon.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016 hingga September 2016 di Kebun Percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Ketinggian tempat penelitian sekitar 780 m dpl, tipe curah hujan C3 menurut klasifikasi Oldeman, dengan ordo tanah adalah Inceptisol.

Bahan yang digunakan adalah benih gandum varietas Dewata, pupuk SiO₂ bentuk tepung yang berasal dari abu ketel bekas pembakaran tebu, kompos kotoran sapi, pupuk urea 200 kg ha⁻¹, SP-36 200 kg/ha, KCl 100 kg/ha, dan insektisida berbahan aktif karbo-

furan. Peralatan yang digunakan adalah peralatan lapang untuk budidaya gandum, peralatan laboratorium analisis tanah, serta peralatan untuk analisis kadar gluten.

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor dan diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah dosis pupuk silikon (50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹, 250 kg ha⁻¹, dan 300 kg ha⁻¹) dan faktor kedua adalah dosis kompos (3 kg ha⁻¹ dan 6 kg ha⁻¹). Ukuran petak per perlakuan adalah seluas 2 m x 3 m. Pupuk silikon dan kompos diaplikasikan pada saat tanam. Pupuk silikon disebar merata pada larikan.

Data dianalisis dengan analisis sidik ragam dan diuji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf nyata 5% (Gasperz, 1995).

Hasil dan Pembahasan

Analisis tanah sebelum percobaan dan kondisi kelembaban dan suhu selama percobaan. Hasil analisis tanah sebelum percobaan adalah: kandungan C-organik tanah 2,18% (tergolong sedang), N-total sebesar 0,16%, KTK pada tanah 27,54 cmol/kg (tergolong tinggi), kadar P₂O₅ HCl 25% 94,37 mg/100 g (tergolong tinggi) dan K₂O HCl 25% 32,41% mg/100 g (tergolong tinggi) serta kandungan Si 34,49% (tergolong tinggi). Hasil analisis pupuk silikon dan kompos menunjukkan kandungan Si masing-masing sebesar 32,15%, dan 6,56%. Supriyadi (2008) menyatakan bahwa keberadaan bahan organik tanah berperan sangat penting diantaranya, menyediakan unsur hara N, P, K dan Si yang dilepaskan secara lambat, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan biodiversitas mikro-organisme tanah, dan meningkatkan kesuburan tanah.

Hasil pengukuran kelembaban, curah hujan dan suhu rata-rata selama percobaan masing-masing adalah 86,8%, 115,5 mm/bulan dan 23,22 °C, serta suhu maksimum 28,5 °C dan suhu minimum 12,3 °C. Menurut Stone *et. al.*, (1995) menyatakan bahwa tanaman gandum akan tumbuh optimum pada suhu 15–25 °C. Jika suhu maksimum lebih dari 25 °C dapat menyebabkan cekaman panas akibatnya kualitas dan kuantitas biji menurun.

Pertumbuhan tanaman gandum. Aplikasi pupuk kompos dan silikon pada tanaman gandum ternyata tidak menunjukkan interaksi

terhadap semua parameter pertumbuhan yang diamati. Hasil uji mandiri tertera pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Pengaruh pupuk kompos dan pupuk silikon terhadap tinggi tanaman gandum

Faktor	Tinggi Tanaman (cm)			
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST
Pupuk Silikon				
50 kg ha ⁻¹	11,40 a	24,33 a	43,67 a	59,55 a
100 kg ha ⁻¹	11,71 a	23,49 a	41,56 a	58,54 a
150 kg ha ⁻¹	11,33 a	23,55 a	41,41 a	60,59 a
200 kg ha ⁻¹	14,00 a	24,43 a	44,36 a	60,69 a
250 kg ha ⁻¹	11,40 a	23,78 a	42,67 a	58,54 a
300 kg ha ⁻¹	12,64 a	24,77 a	41,86 a	61,02 a
Kompos				
3 ton ha ⁻¹	12,47 a	23,45 a	42,69 a	59,46 a
6 ton ha ⁻¹	11,68 a	23,78 a	42,49 a	60,28 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan's pada taraf 5%.

Tabel 2. Pengaruh pupuk kompos dengan pupuk silikon terhadap jumlah anakan, indeks luas daun, dan biomassa total tanaman gandum pada umur 9 MST

Faktor	Jumlah anakan	Indeks luas daun	Biomassa total (g)
Pupuk Silikon			
50 kg ha ⁻¹	12,52 a	4,61 a	16,19 a
100 kg ha ⁻¹	12,62 a	4,07 a	16,17 a
150 kg ha ⁻¹	12,58 a	3,99 a	14,88 a
200 kg ha ⁻¹	12,87 a	4,67 a	15,67 a
250 kg ha ⁻¹	12,95 a	4,29 a	17,03 a
300 kg ha ⁻¹	13,78 a	4,15 a	16,87 a
Kompos			
3 ton ha ⁻¹	12,82 a	4,30 a	15,71 a
6 ton ha ⁻¹	12,96 a	4,29 a	16,56 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tidak terjadinya interaksi antara pupuk silikon dan kompos pada komponen pertumbuhan dimungkinkan kandungan silikon pada tanah sudah tinggi sedangkan dalam kompos sedikit sehingga tidak cukup untuk mensubstitusi pupuk silikon. Kapasitas tukar kation tanah pun dalam kriteria tinggi akibat banyaknya liat, sehingga penambahan kompos sebagai bahan organik tidak banyak mempengaruhi kapasitas tukar kation tanah. Pemberian kompos akhirnya tidak dapat mengurangi dosis pupuk silikon.

Penelitian Wicaksono, dkk (2016) menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah anakan pada tanaman gandum yang diberi silikon 250 kg ha⁻¹ lebih baik dibandingkan tanaman yang tidak diberi silikon. Dosis silikon yang berbeda pada penelitian ini memberikan komponen pertumbuhan yang tidak berbeda. Hal ini disebabkan dosis silikon yang rendah saja (50 kg/ha) telah memberikan komponen pertumbuhan yang sudah baik. Kandungan hara silikon total dalam tanah yang besar bisa saja membuat dosis silikon yang dibutuhkan lebih rendah, namun harus dipastikan berapa unsur silikon yang tersedia bagi tanaman. Hal ini memerlukan metode untuk menentukan unsur silikon tersedia.

Komponen hasil dan hasil tanaman gandum. Pengaruh interaksi antara pupuk silikon dan kompos juga tidak terdapat pada komponen hasil. Pengaruh mandiri pupuk silikon dan kompos terhadap jumlah malai, panjang malai, bobot 100 butir, dan jumlah biji isi disajikan pada Tabel 3 dan bobot biji pertanaman tertera pada Tabel 4.

Tabel 3. Pengaruh pupuk silikon dan kompos terhadap jumlah malai, panjang malai, bobot 100 butir dan jumlah biji isi

Faktor	Jumlah malai	Panjang malai (cm)	Bobot 100 butir (g)	Jumlah biji isi
Pupuk Silikon				
50 kg ha ⁻¹	9,70 a	7,54 a	2,77 a	19,61 a
100 kg ha ⁻¹	8,90 a	8,03 a	2,72 a	17,81 a
150 kg ha ⁻¹	7,77 a	7,88 a	2,75 a	21,19 a
200 kg ha ⁻¹	9,27 a	7,57 a	2,79 a	19,97 a
250 kg ha ⁻¹	9,57 a	7,57 a	2,89 a	16,19 a
300 kg ha ⁻¹	7,77 a	7,69 a	2,88 a	18,42 a
Kompos				
3 ton ha ⁻¹	8,86 a	7,61 a	2,79 a	18,87 a
6 ton ha ⁻¹	8,79 a	7,82 a	2,82 a	18,86 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Komponen hasil dipengaruhi oleh komponen pertumbuhan. Tidak adanya pengaruh interaksi antara dosis pupuk silikon dan kompos pada komponen pertumbuhan kemungkinan dapat berakibat tidak adanya interaksi pada komponen hasil.

Nurmala (2007) mengemukakan bahwa pembentukan malai atau anakan produktif dipengaruhi oleh pembagian fotosintat selama pertumbuhannya. Alokasi fotosintat ke malai dari berbagai dosis silikon menunjukkan berbeda tidak nyata, hal ini kemungkinan faktor silikon tidak merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan jumlah malai, sedangkan menurut Wicaksono, dkk, (2016), kemungkinan dipengaruhi oleh genetik dari varietas Dewata sehingga menunjukkan komponen hasil yang berbeda tidak nyata.

Aplikasi pupuk kompos dan silikon terhadap bobot biji terdapat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil analisis antara dosis pupuk silikon dan kompos terjadi interaksi terhadap bobot biji per tanaman. Aplikasi antara kompos pada taraf 3 ton ha⁻¹, dengan silikon-taraf 250 kg ha⁻¹ menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi yaitu sebesar 6,39 g. Hasil tersebut berbeda nyata antara taraf kompos 3 ton/ha dengan silikon pada taraf 100, 150, 300 kg ha⁻¹ dengan hasil masing-masing sebesar 4,17 g, 4,22 g, dan 4,25 g, kecuali dengan silikon taraf 50 dan 200 kg ha⁻¹ berbeda tidak nyata. Aplikasi kompos taraf 6 ton/ha memberikan hasil tertinggi yaitu pada aplikasi silikon taraf 200 kg ha⁻¹ sebesar 6,09 g per tanaman dan berbeda tidak nyata dengan silikon pada taraf 50 dan 250 kg ha⁻¹.

Aplikasi kompos taraf 3 ton/ha disertai silikon taraf 250 kg/ha menghasilkan bobot biji gandum tertinggi, hal ini diduga silikon dapat mempengaruhi hasil didukung oleh penelitian Wicaksono dkk. (2016) bahwa aplikasi silikon 250 kg/ha yang diaplikasikan pada tanaman gandum dapat meningkatkan tinggi tanaman,

Tabel 4. Pengaruh interaksi antara dosis pupuk silikon dan kompos terhadap bobot biji per tanaman (g)

Kompos	Bobot biji per tanaman (g)					
	Pupuk Silikon					
	50 kg/ha	(100 kg/ha)	(150 kg/ha)	(200 kg/ha)	(250 kg/ha)	(300 kg/ha)
3ton/ha	5.41 a	4,17 a	4,22 a	4,96 a	6,39 b	4,25 a
	AB	A	A	AB	B	A
6ton/ha	4,80 a	4,39 a	3,65 a	6,09 a	4,70 a	4,35 a
	AB	A	A	B	AB	A

Keterangan: nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf besar yang sama (arah mendatar) dan huruf kecil yang sama (arah menurun) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan dengan taraf uji 5%

jumlah anakan, jumlah malai, persentase gabah isi, bobot biji per tanaman, dan bobot biji per ubinan dibandingkan dengan tanaman gandum yang tidak diberi silikon.

Indeks Panen. Aplikasi pupuk kompos dan silikon pada tanaman gandum ternyata tidak menunjukkan interaksi terhadap indeks panen. Hasil uji mandiri tertera pada Tabel 5

Tabel 5. Pengaruh pupuk silikon dan kompos terhadap indeks panen tanaman gandum

Faktor	Indeks panen
Pupuk Silikon	
50 kg ha ⁻¹	0,33 a
100 kg ha ⁻¹	0,27 a
150 kg ha ⁻¹	0,37 a
200 kg ha ⁻¹	0,37 a
250 kg ha ⁻¹	0,35 a
300 kg ha ⁻¹	0,26 a
Kompos	
3 ton ha ⁻¹	0,32 a
6 ton ha ⁻¹	0,30 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Indeks panen adalah perbandingan antara bobot biji kering dengan biomassa total tanaman atau brangkasan. Indeks panen pada percobaan ini nilainya berkisar antara 0,27 - 0,37, namun berbeda tidak nyata pada semua perlakuan, hal ini dimungkinkan karena baik silikon maupun kompos masih cukup memadai dari ketersediaan silikon di tanah dan bukan merupakan faktor pembatas terhadap indeks panen. Hal ini didukung oleh Tabel 1 dan 2, yaitu pertumbuhan vegetatif tanaman yang merupakan komponen bobot brangkasan berbeda tidak nyata, demikian juga Tabel 3 yang menampilkan parameter komponen hasil merupakan salah satu faktor pendukung bobot biji kering menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pula, sedangkan pada Tabel 4 hasil bobot biji kering menunjukkan saling berpengaruh antar perlakuan silikon dan kompos, namun kisaran nilai hasil bobot biji kering pertanaman tersebut, ternyata setelah dibagi dengan bobot brangkasan menunjukkan data yang tidak signifikan sehingga menghasilkan indeks panen berbeda tidak nyata. Hasil kisaran nilai indeks panen 0,27 sampai dengan 0,37 pada penelitian ini, didukung oleh penelitian Wicaksono, 2016, bahwa pemberian silikon dengan dosis 250 kg

ha⁻¹ menghasilkan IP 0,33 artinya pada penelitian ini IP sudah cukup besar meskipun antar perlakuan tidak signifikan.

Kandungan Gluten. Pengaruh mandiri dosis pupuk silikon dan kompos terhadap kandungan gluten disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh interaksi antara dosis pupuk silikon dan kompos terhadap kandungan gluten

Faktor	Kandungan gluten
Pupuk Silikon	
50 kg ha ⁻¹	12,78 a
100 kg ha ⁻¹	12,75 a
150 kg ha ⁻¹	14,03 a
200 kg ha ⁻¹	14,95 b
250 kg ha ⁻¹	13,50 a
300 kg ha ⁻¹	13,13 a
Kompos	
3 ton ha ⁻¹	12,84 a
6 ton ha ⁻¹	14,23 b

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Menurut Tabel 6, menunjukkan bahwa kandungan gluten pada taraf kompos 6 ton ha⁻¹ dengan nilai 14,23% dan silikon 200 kg ha⁻¹ dengan nilai 14,95% menunjukkan hasil yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dimungkinkan dengan dosis silikon 200 kg ha⁻¹ kemungkinan cukup memadai untuk meningkatkan kadar gluten, hal ini sesuai dengan pendapat Makarim dkk (2007), bahwa silikon berperan untuk mengoptimal proses fotosintesis pada padi-padian, meningkatkan aktivitas antioksidan pada tanaman, sehingga kloroplas tidak rusak akibat cekaman panas (Song *et. al.*, 2010). Kekurangan silikon pada tanaman padi-padian diantaranya adalah daun tanaman terkulai sehingga fotosintesis tidak optimal. Fotosintesis yang optimal membantu pembentukan protein sehingga kandungan gluten menjadi lebih meningkat. Peningkatan protein ditunjang oleh kehadiran nitrogen (Salisbury dan Ross, 1995). Nitrogen dan silikon yang terdapat pada kompos maupun silikon yang diaplikasikan yang berasal dari pupuk silikon pada masing-masing taraf kemungkinan adalah takaran yang memadai untuk produksi gluten dan dengan dosis kompos yang lebih besar kemungkinan nitrogen dan silikon lebih memadai sehingga dapat meningkatkan gluten gandum.

Kesimpulan dan Saran

Terjadi interaksi antara aplikasi pupuk silikon organik dengan kompos terhadap hasil (bobot biji pertanaman). Aplikasi pupuk silikon organik 250 kg ha⁻¹ disertai kompos 3 ton ha⁻¹ menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi sebesar 6,39 g per tanaman. Sedangkan pada aplikasi kompos 6 ton ha⁻¹, hasil tertinggi ditunjukkan pada aplikasi pupuk silikon organik 200 kg ha⁻¹ dengan hasil sebesar 6,09 g per tanaman.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengetahui bagaimana pertumbuhan dan hasil tanaman gandum serta kandungan silikon pada tanah dan tanaman setelah aplikasi pupuk silikon organik dan kompos pada berbagai macam jenis tanah untuk melihat interaksinya.

Daftar Pustaka

- Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia. 2016. *Indonesian Wheat Flour Consumption*. <http://aptindo.or.id/overview/> (diakses pada 5 Desember 2016 pukul 23:51).
- Al-Khatib, K. and G. M. Paulsen. 1999. High-temperature effects on photosynthetic processes in temperate and tropical cereals. *Crop Sci.* 39: 119-125.
- Balai Penelitian Tanah. 2010. Mengenal Silikon Sebagai Unsur Hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 32 (3).
- _____. 2011. Sumber Hara Silikon Untuk Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 33 (3).
- Djajadi. 2013. Silikon (Si): Unsur Hara Penting dan Menguntungkan Bagi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Perspektif* 12(1): 47-55.
- Gasperz, V. 1995. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan Edisi 1. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Jiang, Y., and B. Huang. 2000. Effects of Calcium on Antioxidant Activities and Water Relations Associated with Heat Tolerance in Two Cool-Season Grass. *J. of Exp. Bot.* 52:341-359.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon: hara penting pada tanaman padi. *Iptek Tanaman Pangan*, 2 (2).
- Nurmala, T. 2007. *Pangan Alternatif*. Penerbit Giratuna. Bandung.
- Nur, Amin. 2013. *Adaptasi Tanaman Gandum (Triticum aestivum L.) Toleran Suhu Tinggi dan Peningkatan Keragaman Genetik Melalui Induksi Mutasi dengan Menggunakan Iradiasi Sinar Gamma*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Setyorini, D., Saraswati, R., dan Anwar, E. K. 2006. Kompos. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id>. (diakses pada 26 Oktober 2016 pukul 20:11).
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan (Terjemahan D.R. Lukman)*. Penerbit ITB. Bandung.
- Song, A., P. Li, Z. Li, F. Fan, M. Nikolic, and Y. Liang. 2011. The alleviation of zinc toxicity by silikon is related to zinc transport and antioxidative reactions in rice. *Plant Soil*, 344: 319 - 333.
- Stone, P.J., R. Savin, I.F. Wardlaw, and M.E. Nicolas. 1995. The influence of recovery temperature on the effects of brief heat shock on wheat. I. Grain growth. *Aus. J. Plant Physiol.*, 22: 945-954.
- Sujatha, K.B., S.M. Babu, S. Ranganathan, D.N. Rao, S. Ravichandran, dan S.R. Voleti. 2013. Silikon accumulation and its influence on some of the leaf characteristics, membrane stability and yield in rice hybrids and varieties grown under aerobic conditions. *J. of Plant Nutr.*, 36: 963 - 975
- Supriyadi, S. 2008. *Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura*. Embryo Vol. 5 (2).
- Vasanthi, N., L.M. Saleena, and S.A. Raj. 2014. Silikon in crop production and crop protection - A review. *Agri. Reviews*, 35 (1): 14 - 23.
- Wang, L.J., and S.H. Li. 2006. Salicylic acid-induced heat or cold tolerance in relation to Ca²⁺ homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. *Plant Sci.*, 170: 685-694
- Wicaksono, F.Y., Maxiselly, Y., O. Mulyani, dan I. Janitra. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Gandum (*Triticum aestivum* L.) yang Diberi Perlakuan Pupuk Silikon dengan Dosis yang berbeda di Dataran Medium Jatianangor. *Kultivasi* Vol. 15 (3).

Ariyanti, M. · M.A. Soleh · Y. Maxiselly

Respon pertumbuhan tanaman aren (*Arenga pinnata merr.*) dengan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik berbeda dosis

Response of sugarpalm (*Arenga pinnata merr.*) growth by different dosage treatment of organic and anorganic fertilizer

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Sugar palm (*Arenga pinnata Merr.*) is one of plantation crops that has high economic value and is potential to be developed. One effort to increase the productivity of palm in Indonesia is by fertilizing. Common inorganic fertilizers applied to the sugar plant has a tendency to damage the quality of the soil. Therefore, it is necessary to attempt to restore the health of the soil by way counterbalance inorganic fertilizer with organic fertilizer. This research was conducted at the experimental field Ciparanje, Faculty of Agriculture, University of Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang regency, West Java, in October 2016. The research design model was the form of a randomized block design (RBD), consisting of six combination treatments and repeated four times. Each experimental unit consisted of one plant so that the total plant consists of 24 plants. The treatments given to the sugar palm were: I (without fertilizer); II (organic fertilizer 100%) (9 kg / seedling/ year); III (inorganic fertilizer 100%); IV 25% + 75% organic fertilizer inorganic fertilizer; V (50% + 50% organic fertilizer inorganic fertilizers); and VI (75% + 25% organic fertilizer inorganic fertilizer). Furthermore, it was conducted an analysis of variance by F test level of 5%. Least Significance Difference (LSD) test at level of 5% would be conducted if there were differences among the treatments. The results showed that the addition of 25 % to 50 % organic fertilizer combined with 50 % -75 % inorganic fertilizer influential good on the growth immature plant of sugar palm especially on the the average increase plant height , the average increase stem girth and the average the growing leaf number parameters .

Keywords: Inorganic fertilizer · Organic fertilizer · Sugar palm

Sari Tanaman aren (*Arenga pinnata Merr.*) adalah salah satu tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi dan potensial untuk terus dikembangkan. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas aren di Indonesia adalah dengan pemupukan. Pupuk anorganik yang lazim diaplikasikan pada tanaman aren memiliki kecenderungan untuk merusak kualitas tanah. Karena itu, perlu dilakukan usaha untuk mengembalikan kesehatan tanah dengan cara mengimbangi pemberian pupuk anorganik dengan pupuk organik. Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang, Jawa Barat pada Oktober 2016 - Desember 2016. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok terdiri dari enam kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak empat kali. Perlakuan meliputi tanpa pupuk, pupuk organik 100%, pupuk anorganik 100%, 25% pupuk organik + 75% pupuk anorganik, 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik, dan 75% pupuk organik + 25% pupuk anorganik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 25% - 50% pupuk organik yang dikombinasikan dengan 50%-75% pupuk anorganik berpengaruh baik terhadap pertumbuhan aren TBM terutama pada parameter rata-rata pertambahan tinggi tanaman, rata-rata pertambahan lilit batang dan jumlah daun.

Kata Kunci : Aren · Pupuk anorganik · Pupuk organik

Dikomunikasikan oleh Agus Wahyudin

Ariyanti, M.¹ · M.A. Soleh¹ · Y. Maxiselly¹

¹) Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang
km.21, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia

Korespondensi: mira.ariyanti@unpad.ac.id

Pendahuluan

Aren (*Arenga pinnata* Merr.) termasuk salah satu jenis tanaman palma, yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, terutama di 14 provinsi, yaitu Papua, Maluku, Maluku Utara, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Banten, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Bengkulu, Kalimantan Selatan dan Aceh. Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) adalah tanaman perkebunan yang sangat potensial untuk dikembangkan dan mudah beradaptasi baik pada berbagai agroklimat, mulai dari dataran rendah hingga 1400 m di atas permukaan laut (Efendi dan Soleh, 2010).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas aren di Indonesia adalah dengan memperhatikan usaha budidaya aren, salah satunya pemupukan. Pemupukan perlu dilakukan karena kandungan unsur hara dalam tanah bervariasi dan berubah-ubah disebabkan terjadinya kehilangan unsur hara melalui pencucian. Pemupukan diharapkan meningkatkan produktivitas, mendukung pembangunan perkebunan dan rehabilitasi tanaman aren. Pemupukan aren tidak hanya diaplikasikan pada tanaman menghasilkan (TM) tetapi juga pada tanaman belum menghasilkan (TBM). Aren TBM yang dipupuk pertumbuhan dan perkembangannya lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk. Pupuk yang diaplikasikan pada tanaman aren adalah pupuk organik dan pupuk anorganik. Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya simpan air, memperbaiki kondisi kehidupan mikroba tanah dan sebagai sumber makanan bagi tanaman. Pemberian pupuk anorganik dapat merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan sebagai bahan pembentukan klorofil (Mashud, dkk., 2013).

Dewasa ini penggunaan pupuk anorganik cenderung berlebihan yang mengakibatkan tanah mengalami pencemaran dan penurunan kualitas. Karena itu diupayakan pengaplikasian pupuk organik yang memiliki manfaat menjaga atau memperbaiki kualitas tanah. Perlu adanya perimbangan penggunaan pupuk organik dan anorganik. Pada aren TBM, pemupukan pupuk organik 100% memberikan hasil pertumbuhan vegetatif yang terbaik (Mashud, dkk., 2013). Menurut Hayati, dkk (2011), pemupukan 50%

organik + 50% anorganik tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% organik, yaitu berpengaruh nyata terhadap berat tongkol dan kelobot tanaman jagung. Pada tanaman padi, perlakuan pupuk organik 25% + pupuk anorganik 75% menghasilkan berat gabah kering panen tertinggi (Hartati, dkk., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh dosis pemupukan dan jenis pupuk yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman aren. Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan pola pertumbuhan tanaman aren akibat dosis pemupukan dan jenis pupuk, sehingga nantinya dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Bahan dan Metode

Percobaan dilakukan di kebun percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, kecamatan Jatinangor, kabupaten Sumedang, Jawa Barat yang berada pada ketinggian tempat ± 725 m dpl. Jenis tanah yang digunakan yaitu Inceptisol. Curah hujan tipe C (Schmidt dan Ferguson, 1951). Waktu percobaan dilaksanakan bulan Oktober–Desember 2106. Bahan tanam yang digunakan adalah tanaman aren berumur 3 tahun. Pupuk anorganik NPK Mutiara, pupuk organik kompos.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari enam kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak empat kali. Perlakuan percobaan terdiri dari tanpa pupuk, pupuk organik 100%, pupuk anorganik 100%, 25% pupuk organik + 75% pupuk anorganik, 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik, 75% pupuk organik + 25% pupuk anorganik.

Peubah yang diamati adalah pertumbuhan vegetatif dan pembuahan tanaman aren meliputi pertambahan tinggi tanaman, pertambahan lilit batang, jumlah daun, pertambahan luas daun, pertambahan luas kanopi.

Hasil dan Pembahasan

Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman. Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pupuk organik dan organik masing-masing 50% (perlakuan E) menghasilkan rata-rata pertambahan tinggi tanaman aren terbaik dibandingkan perlakuan lain pada 1 BSP – 3 BSP

(bulan setelah perlakuan). Pada 3 BSP terutama pengaruhnya terhadap rata-rata pertambahan tinggi tanaman aren, pemberian pupuk anorganik dapat dikurangi sebanyak 50% dan sebagian kekurangan unsur hara tanaman digantikan dari pupuk organik. Selain itu dosis pupuk yang terdiri dari 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik merupakan perbandingan persentase pemupukan yang baik dimana dengan pemberian 50% pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah yang pada akhirnya diharapkan meningkatkan penyerapan unsur hara yang terkandung dalam pupuk anorganik.

Penggunaan pupuk organik bukanlah dimaksudkan untuk menggantikan penggunaan pupuk anorganik seluruhnya, melainkan untuk meningkatkan efisiensi serapan hara dari pupuk anorganik. Quansah (2010) menyatakan bahwa kombinasi antara pupuk anorganik dengan organik umumnya lebih meningkatkan pertumbuhan karena bahan organik dapat memperbaiki kondisi tanah sehingga unsur hara lebih tersedia untuk tanaman.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman Aren Umur 1, 2, 3 BSP

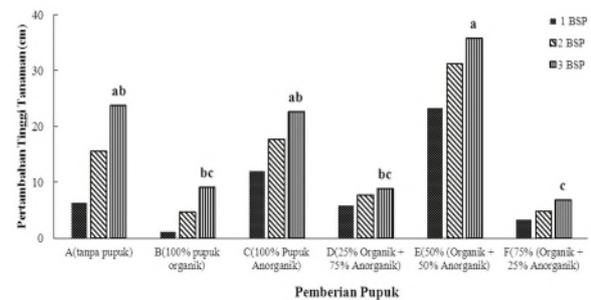
Perla- kuan	Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)		
	1 BSP	2 BSP	3 BSP
A	6,31 bc	15,49 b	23,73 Ab
B	1,15 c	4,64 b	9,10 Bc
C	12,00 b	17,63 b	22,57 Ab
D	5,73 bc	7,62 b	8,79 Bc
E	23,19 a	31,22 a	35,73 A
F	3,24 bc	4,83 b	6,85 C

Keterangan : BSP = bulan setelah perlakuan
Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan α 0.05.

Quansah (2010) menyatakan bahwa kombinasi antara pupuk anorganik dengan organik umumnya lebih meningkatkan pertumbuhan karena bahan organik dapat memperbaiki kondisi tanah sehingga unsur hara lebih tersedia untuk tanaman. Herviyanti, dkk (2012) dalam Siallagan, dkk (2014) menyatakan bahwa tanah-tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dapat meningkatkan KTK tanah dan mampu mengikat unsur hara, sehingga efektivitas pemupukan anorganik juga meningkat. Aplikasi pupuk organik juga dapat digunakan tanaman untuk jangka panjang dan diserap secara

perlahan (Ermadani dan Muzar, 2011) dalam Siallagan, dkk (2014).

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata pertambahan tinggi tanaman aren pada 3 BSP dengan pemberian pupuk organik dan anorganik masing-masing 50% (perlakuan E) tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% pupuk anorganik (perlakuan C). Kenyataannya tidak demikian, dimana perlakuan E menghasilkan tanaman aren tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 1). Pada tanah yang tidak dipupuk diduga bahwa pada tanah tersebut masih terkandung unsur hara yang mampu menyokong kebutuhan unsur hara tanaman sampai dengan 3 BSP tetapi pada akhirnya tetap diperlukan penambahan unsur hara terutama yang berasal dari pupuk organik. Pupuk organik memiliki sifat tersedia lambat tapi keberadaannya dapat menjadikan tanah lebih awet. Herviyanti, dkk (2012) menyatakan bahwa tanah-tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dapat meningkatkan KTK tanah dan mampu mengikat unsur hara, sehingga efektivitas pemupukan anorganik juga meningkat. Aplikasi pupuk organik juga dapat digunakan tanaman untuk jangka panjang dan diserap secara perlahan (Ermadani dan Muzar, 2011).



Gambar 1. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman aren dengan pemberian pupuk organik dan anorganik berbeda dosis pada 1 BSP - 3 BSP

Ketersediaan hara (N dan P) pada tanaman yang dipupuk dengan kombinasi 50% organik + 50% anorganik tersebut optimal dan mudah untuk diserap oleh akar sehingga berpengaruh terhadap tinggi bibit tanaman aren. Hal ini disebabkan juga karena pupuk organik mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, serta mampu menyediakan senyawa karbon yang berfungsi memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah (Setyorini, dkk, 2006).

Selain itu pertumbuhan tanaman dipengaruhi pula oleh faktor lain selain pemupukan diantaranya faktor genetik, unsur hara, sinar matahari, kelembaban dan lain-lain (Manahan, 2014). Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik sangat menentukan kemampuan tanaman untuk memberikan produksi yang tinggi serta sifat penting lainnya seperti kualitas hasil, ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, kekeringan dan lain-lain. Faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan tanaman antara lain: temperatur, kelembaban, sinar matahari, susunan atmosfer, struktur tanah, reaksi tanah (pH), dan faktor biotik.

Rata-rata Pertambahan Lilit Batang. Pertambahan lilit batang menggambarkan pertumbuhan tanaman dalam hal pertumbuhan batang sebagai salah satu organ yang berperan dalam menopang kemampuan tegak dan menancap kuatnya tanaman pada media tanam. Pertumbuhan batang yang baik akan menyebabkan tanaman tidak mudah roboh seiring dengan meningginya tanaman. Keadaan proporsional antara pertumbuhan meninggi dan melebarnya batang tanaman menjadi faktor penting dalam keberlangsungan hidup tanaman, dalam hal ini tidak mudah robohnya tanaman ketika angin bertiup kencang.

Tabel 2. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Rata-rata Pertambahan Lilit Batang Tanaman Aren Umur 1, 2, 3 BSP

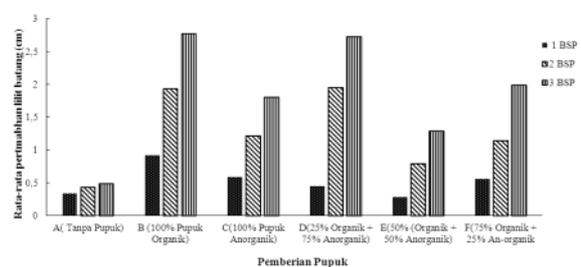
Perlakuan	Rata-rata Pertambahan Lilit Batang (cm)					
	1 BSP		2 BSP		3 BSP	
A	0,34	a	0,43	b	0,49	b
B	0,92	a	1,93	a	2,77	a
C	0,59	a	1,21	a	1,80	a
D	0,45	a	1,95	a	2,72	a
E	0,28	a	0,79	b	1,29	a
F	0,56	a	1,14	a	1,99	a

Keterangan : BSP = bulan setelah perlakuan
Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan α 0.05.

Rata-rata pertambahan lilit batang tanaman aren memperlihatkan perbedaan yang nyata antara perlakuan pemberian pupuk mulai pada 2 BSP. Pada 3 BSP terlihat pengaruh pemberian pupuk baik organik maupun anorganik

dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk berperan penting dalam pertumbuhan tanaman.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian 25% pupuk organik yang ditambahkan 75% pupuk anorganik (perlakuan D) menghasilkan rata-rata pertambahan lilit batang tanaman aren yang hampir sama dengan tanaman aren yang dipupuk 100% pupuk anorganik (perlakuan C). Hal ini berarti bahwa pemberian pupuk anorganik dapat dikurangi sebesar 25% untuk menghasilkan pertumbuhan lilit batang aren yang setara dengan pertumbuhan lilit batang tanaman aren yang diberi 100% pupuk anorganik.



Gambar 2. Rata-rata pertambahan lilit batang tanaman aren dengan pemberian pupuk organik dan organik berbeda dosis pada 1 bulan setelah perlakuan (BSP) – 3 BSP

Rata-rata pertambahan lilit batang aren lebih cepat pada 1 BSP – 2 BSP dengan diberikannya perlakuan D dibandingkan perlakuan A (Gambar 2). Keadaan ini menunjukkan bahwa pada 1 BSP, bahan organik yang dikandung pupuk organik mulai berkontribusi dalam menyuplai unsur hara dan kemungkinan mulai berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah sehingga tercipta kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman aren. Pertumbuhan lilit batang dan tinggi tanaman termasuk komponen pertumbuhan vegetatif sehingga dalam hal pengaruh pemupukan yang diberikan, pengurangan penggunaan pupuk anorganik sebesar 25 - 50% yang digantikan dengan pupuk organik merupakan langkah baik dilihat dari pertumbuhan tanaman tersebut yang setara dengan aplikasi pupuk anorganik 100%.

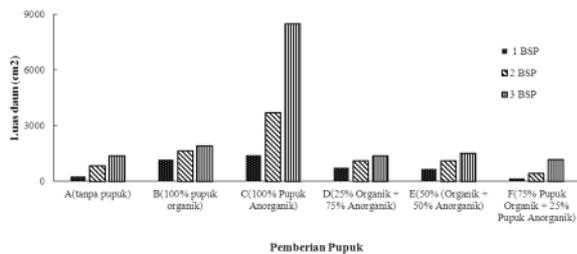
Rata-rata Pertambahan Luas Daun. Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian 100% pupuk anorganik (perlakuan C) menghasilkan rata-rata pertambahan luas daun tertinggi dibandingkan perlakuan pemberian pupuk lainnya terutama pada 2 BSP dan 3 BSP. Pada 1 BSP pemberian

100% pupuk anorganik menghasilkan rata-rata pertambahan luas daun tanaman aren yang tidak berbeda dengan pemberian pupuk organik baik pada taraf 25%, 50% dan 100%. Hal ini berkaitan dengan unsur N yang dikandung pupuk anorganik lebih tinggi dibandingkan yang dikandung pupuk organik. Disamping itu dapat pula dikaitkan dengan sifat pupuk organik yang lambat tersedia sehingga tidak begitu berkontribusi dalam penyediaan unsur hara terutama N pada saat tanaman aren membutuhkan unsur tersebut untuk pertumbuhan luas daun.

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Luas Daun Tanaman Aren Umur 1, 2, 3 BSP

Perlakuan	Rata-rata Pertambahan Luas Daun (cm ²)		
	1 BSP	2 BSP	3 BSP
A	263,09 b	830,14 b	1373,88 b
B	1188,71 a	1657,90 b	1921,85 b
C	1415,73 a	3699,55 a	8502,55 a
D	728,33 ab	1106,20 b	1372,28 b
E	669,81 ab	1097,89 b	1518,97 b
F	162,01 b	423,21 b	1186,46 b

Keterangan : BSP = bulan setelah perlakuan
 Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan α 0.05.



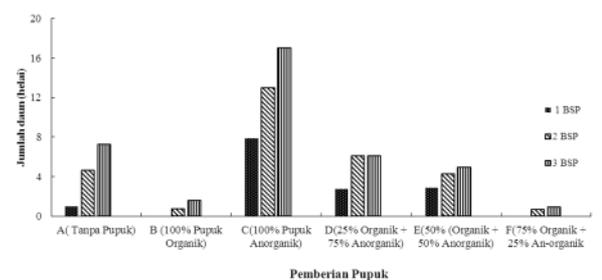
Gambar 3. Luas daun tanaman aren dengan pemberian pupuk organik dan anorganik berbeda dosis pada 1 BSP - 3 BSP

Pemupukan dengan 100% pupuk anorganik menghasilkan daun tanaman aren terluas dibandingkan komposisi pemupukan lainnya pada 2 BSP dan 3 BSP (Gambar 3). Menurut Pradnyawan, dkk (2005), unsur N berperan dalam sintesis protein dan asam nukleat dalam sel yang berperan dalam pembentukan sel baru sebagai indikator pertumbuhan tanaman. Darmawan (2006) menyatakan pemberian nitrogen dosis tinggi dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman sehingga meningkatkan

pertumbuhan tanaman yang nantinya akan berpengaruh terhadap luas daun tanaman.

Lindawati, dkk. (2000) menyatakan bahwa N diperlukan untuk memproduksi protein, lemak, dan berbagai persenyawaan organik lainnya. N penting dalam hal pembentukan hijau daun yang berguna sekali dalam proses fotosintesis. Fotosintat yang dihasilkan akan dirombak kembali melalui proses respirasi dan menghasilkan energi yang diperlukan oleh sel untuk melakukan aktivitas seperti pembelahan dan pembesaran sel yang terdapat pada daun tanaman yang menyebabkan daun mencapai panjang dan lebar maksimal (Sitompul, dkk, 2014).

Jumlah Daun Tanaman Aren. Pada kenyataannya pertanaman aren merupakan tanaman hutan yang tidak banyak dilakukan tindakan budidaya diantaranya pemupukan dalam arti bahwa tanaman ini tumbuh pada tanah yang dengan kondisi unsur hara yang relatif. Pada masa TBM sebenarnya tanaman aren memerlukan unsur hara yang cukup untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada masa TM. Jumlah daun dapat dijadikan indikator bagaimana pertumbuhan tanaman aren pada masa TBM, karena dengan adanya jumlah daun yang cukup diharapkan tanaman dapat melakukan fotosintesis yang optimal yang pada akhirnya akan berpengaruh baik bagi pertumbuhan tanaman aren.



Gambar 4. Jumlah daun tanaman aren dengan pemberian pupuk organik dan anorganik berbeda dosis pada 1 bulan setelah perlakuan (BSP) - 3 BSP

Gambar 4 menunjukkan bahwa pemberian 100 % pupuk anorganik (perlakuan C) menghasilkan jumlah daun terbanyak dibandingkan perlakuan pemupukan lainnya. Hal ini disebabkan pertumbuhan tunas-tunas menjadi daun lebih banyak memerlukan unsur N dan kandungan N dalam pupuk anorganik lebih tinggi dibandingkan pupuk organik. Menurut Pradnyawan, dkk (2005) unsur N berperan

dalam sintesis protein dan asam nukleat dalam sel yang berperan dalam pembentukan sel baru sebagai indikator pertumbuhan tanaman. Darmawan (2006) menyatakan pemberian nitrogen dosis tinggi dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman yang nantinya akan berpengaruh terhadap luas daun tanaman.

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Jumlah Daun Tanaman Aren Umur 1, 2, 3 BSP

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)		
	1 BSP	2 BSP	3 BSP
A	1,00 b	4,63 ab	7,25 ab
B	0,00 b	0,75 b	1,58 b
C	7,88 a	13,00 a	17,04 a
D	2,75 b	6,13 ab	6,09 ab
E	2,88 b	4,31 ab	4,96 b
F	0,00 b	0,69 b	0,96 b

Keterangan : BSP = bulan setelah perlakuan

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan α 0.05.

Pemberian pupuk tetap dibutuhkan oleh tanaman mengingat bahwa unsur hara dalam tanah akan semakin berkurang bahkan terkuras apabila tidak ada usaha dalam mengembalikan kesuburan tanah terlebih apabila tanaman yang tumbuh di atasnya merupakan tanaman tahunan termasuk aren yang banyak memerlukan suplai unsur hara dibanding tanaman semusim. Pada Gambar 4 terlihat pada perlakuan pemberian 100 % pupuk anorganik menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan pemberian pupuk organik, tetapi dalam hal ini tetap diperlukan informasi pemupukan yang berkaitan dengan kebutuhan pupuk baik organik maupun anorganik untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemupukan dengan 25% pupuk organik+75% pupuk anorganik (perlakuan D) merupakan kombinasi pemupukan yang baik untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang apabila diaplikasikan secara terus-menerus akan menurunkan kualitas tanah. Pupuk organik memiliki unsur hara makro dan mikro yang lengkap namun jumlahnya relatif kecil (Setyorini, dkk. 2006)

Luas Kanopi Tanaman Aren. Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik berbeda dosis berpengaruh nyata terhadap luas kanopi tanaman

aren pada 1 BSP, 2 BSP dan 3 BSP. Pemberian 100% pupuk anorganik menghasilkan luas kanopi yang terlebar dibandingkan perlakuan yang lain (Gambar 5). Menurut Novrian (2005), unsur N dibutuhkan dalam jumlah relatif besar pada setiap pertumbuhan, terutama pertumbuhan vegetatif seperti pertumbuhan luas kanopi dan pembentukan tunas.

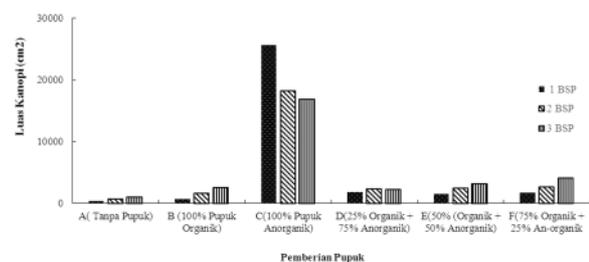
Tabel 5. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Luas Kanopi Tanaman Aren Umur 1, 2, 3 BSP

Perlakuan	Pertambahan Luas Kanopi Tanaman Aren (cm ²)		
	1 BSP	2 BSP	3 BSP
A	324,38 b	641,07 b	942,19 b
B	714,56 b	1554,45 b	2525,34 b
C	25552,90 a	18179,22 a	16837,09 a
D	1783,23 b	2314,25 b	2198,50 b
E	1467,31 b	2425,63 b	3170,54 b
F	1699,31 b	2669,03 b	4101,73 b

Keterangan : BSP = bulan setelah perlakuan

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan α 0.05.

Pemberian 100% pupuk anorganik dimana kandungan unsur haranya cukup memenuhi kebutuhan tanaman sehingga memungkinkan tajuk tanaman tumbuh lebih lebar. Unsur hara yang diberikan pada tanaman melalui pupuk anorganik relatif lebih cepat tersedia di dalam tanah (Barus, 2011) dan lebih cepat diserap akar tanaman. Unsur hara N, P, dan K merupakan unsur hara yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman dan apabila terjadi kekurangan unsur tersebut akan menyebabkan menurunnya aktivitas pertumbuhan tanaman (Mashud, dkk., 2013). Menurut Manahan, dkk (2014), hal ini dikarenakan pupuk organik diperlukan dalam jumlah yang banyak untuk dapat memenuhi kebutuhan unsur hara.



Gambar 5. Luas kanopi tanaman aren dengan pemberian pupuk organik dan anorganik berbeda dosis pada 1 BSP - 3 BSP

Luas kanopi tanaman selain dipengaruhi oleh unsur hara juga dipengaruhi oleh faktor iklim seperti intensitas cahaya matahari sehingga terdapat kaitannya dengan jarak tanam yang digunakan. Lebih lebar jarak tanam yang digunakan maka tanaman akan lebih memiliki ruang tumbuh lebih luas sehingga pertumbuhan tajuk tanaman cenderung lebih luas.

Kesimpulan

Pemupukan merupakan hal penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman aren. Aplikasi pupuk anorganik secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan tanah yang mengakibatkan berkurangnya daya dukung tanah sebagai media tanam khususnya tanaman aren sebagai salah satu tanaman perkebunan yang cukup potensial untuk dikembangkan. Pengurangan dosis pupuk anorganik dan digantikan dengan dosis pupuk organik sejauh ini memungkinkan untuk diaplikasikan pada tanaman aren TBM. Penambahan 25-50 % pupuk organik yang dikombinasikan dengan 50-75 % pupuk anorganik berpengaruh baik terhadap pertumbuhan aren TBM terutama pada parameter rata-rata pertambahan tinggi tanaman, rata-rata pertambahan lilit batang dan rata-rata pertambahan jumlah daun.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada mahasiswa dan mahasiswi minat perkebunan angkatan 2013 dan 2014, Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Barus, A. A. 2011. Pemanfaatan Pupuk Cair Mikro Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Varietas Tosakan. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Darmawan, 2006. Perbaikan pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui aplikasi pupuk daun dengan nitrogen. *Jurnal Buletin Penelitian*, 9 (1): 36-42
- Efendi, Dedi Soleh. 2010. Prospek Pengembangan Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr) Mendukung Kebutuhan Bioetanol di Indonesia. *Perspektif* Vol. 9 No. 1 / Juni: 36 – 46.
- Ermadani, A. Muzar. 2011. Pengaruh aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit terhadap hasil kedelai dan perubahan sifat kimia tanah Ultisol. *J. Agron. Indonesia* 39:160-167.
- Hartati. S., Sumani., H.E.A Hendrata. 2014. Pengaruh Imbangan Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Serapan P dan Hasil Tanaman Padi Sawah pada Dua Sistem Budidaya di Lahan Sawah Sukoharjo. *Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian* Vol. XXIX No. 1 Tersedia: [download. portalgaruda.org](http://download.portalgaruda.org). Diakses pada 1 November 2016.
- Hayati. M., E. Hayati., D. Nurfandi. 2011. Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan beberapa Varietas Jagung Manis di Lahan Tsunami. *J. Floratek* 6: 74-83. Tersedia: jurnal.unsyiah.ac.id. Diakses pada 1 November 2016.
- Herviyanti, A. Fachri, S. Riza, Darmawan, Gusnidar, S. Amrizal. 2012. Pengaruh pemberian bahan humat dan pupuk P pada Ultisol. *J. Solum* 19:15-24.
- Lindawati, N., Izhar dan H. Syafria. 2000. Pengaruh pemupukan nitrogen dan interval pemotongan terhadap produktivitas dan kualitas rumput lokal kumpai pada tanah podzolik merah kuning. *JPPTP* 2(2): 130-133.
- Manahan, L.A.P. Putri, dan Y. Husni. 2014. Respons pertumbuhan bibit aren (*Arenga pinnata* Merr.) terhadap pemberian pupuk organik cair. *Jurnal Online Agroteknologi* 2 (2) : 460 – 471. Tersedia : jurnal.usu.ac.id (Diakses tanggal 12 Desember 2016)
- Mashud, N., R.B. Maliangkay, dan M. Nur. 2013. Pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman aren belum menghasilkan. *Buletin Palma* 14 (1) : 13 – 19. Tersedia : ejurnal.litbang.pertanian.go.id (Diakses tanggal 12 Desember 2016).
- Mashud. N., R.B. Maliangkay. M. Nur. 2013. Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Aren Belum Menghasilkan. *B. Palma* Vol. 14 (1) : 13-19. Tersedia: ejurnal.litbang.pertanian.go.id. Diakses pada 31 Oktober 2016.
- Novrian. 2005. Petunjuk Pemupukan Efektif. *Agromedia Pustaka*. Depok. Hal 15-35.

- Pradnyawan, S. W. H., Widya, M., Marsusi. 2005. Pertumbuhan, Kandungan Nitrogen, Klorofil dan Karotenoid Daun *Gynura procumbens* [Lour] Merr. pada Tingkat Naungan Berbeda. *Biofarmasi* 3(1): 7-10.
- Quansah, G.W. 2010. Improving soil productivity through biochar amendments to soils. *Africa J. Environ. Sci. and Tech.* 3:34-41.
- Schmidt. F.H.. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall type based on wet and dry periode ratio for Indonesia with Western New Gurinea. Kementerian Perhubungan. Jawatan Meteorologi dan Feofisika. Jakarta.
- Setyorini, D., R. Saraswati., E.K. Anwar. 2006. Kompos. Resume buku pupuk hayati pupuk organik. Tersedia: balittanah.litbang.pertanian.go.id.
- Siallagan, Irwan, Sudrajat, dan Haryadi. 2014. Optimasi dosis pupuk organik dan NPK majemuk pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. *J. Agron. Indonesia* 42 (2) : 166 - 172.
- Sitompul, Hendrikson Ferrianto, Toga Simanungkali, Lisa Mawarno. 2014. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Pemberian pupuk Kandang Kelinci dan Pupuk Npk (16:16:16). *Jurnal Online Agroekoteknologi* . Vol.2, No.3 : 1064 - 1071, Juni 2014.

Sunarya, S. · Murdaningsih H.K. · N. Rostini · Sumadi

Variabilitas genetik, kemajuan genetik dan pola kluster populasi tegakan benih *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen setelah seleksi massa berdasarkan marka morfologi

Genetic variability, genetic gain and cluster pattern of *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen seed stand population following mass selection base on morphology marker

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Information of Genetic variability, genetic gain and phenotypic cluster pattern are basic investment in tree breeding, which increases the probability to get the superior character. The aim of this study was to find out some genetic parameters, i.e. genetic variability, genetic gain; and phenotypic cluster pattern, of *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen seed stand population following mass selection based on morphology marker. The experiment was arranged in Randomize Complete Block Design with five treatments and four replications.. The experimental material was all individual trees at *P. falcataria* seed stand. The characters measured were breast height diameter, total height, height clear bole, height crown, branch number, diameter-height ratio and standing stock volume. The result showed that genetic and phenotypic variability based on phenotypic and genetic variance were narrow, and variability based on coefficient varians phenotypic and genetic were low to height. Heritability is low for breast height diameter, height clear bole, and standing stock volume; heritability height for total height, diameter-height ratio, height crown, and branch number. Genetic gain low in standing stock volume; moderat in branch number; and height for breast height diameter, total height, height clear bole, diameter-height ratio and height crown.. Breast height diameter could be used as selection criteria for diameter-height ratio; selection criteria for total height

was height clear bole, height crown, an diameter-height ratio; selection criteria for crown height was branch number and diameter-height ratio.

Key words : *Paraserianthes falcataria* · Mass selection · Genetic variability · Cluster pattern · Genetic gain · Seed stand · Morphology marker

Sari Informasi variabilitas genetik, kemajuan genetik dan pola kluster fenotipik merupakan dasar pada penelitian pemuliaan pohon yang akan meningkatkan peluang diperolehnya pohon superior. Tujuan penelitian adalah mendapatkan beberapa parameter genetik dan pola kluster dari populasi tegakan benih *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen menggunakan seleksi massa berdasarkan marker morfologi. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RBD) dengan lima perlakuan yang diulang empat kali. Materi percobaan adalah individu pohon pada tegakan benih *P. falcataria*. Pengamatan dilakukan terhadap karakter diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc), kekearan pohon (KPhn), tinggi tajuk (Ttjk), jumlah cabang (JCbg) dan volume pohon (VPhn). Variabilitas genetik dan fenotipik berdasarkan varians adalah sempit dan variabilitas sempit sampai luas berdasarkan koefisien variasi genetik dan fenotipik. Heritabilitas rendah pada diameter setinggi dada, tinggi bebas cabang dan volume *standing stock*, heritabilitas tinggi pada tinggi total, kekearan pohon (rasio diameter-tinggi), tinggi tajuk dan jumlah cabang. Kemajuan genetik rendah pada volume *standing stock*, kemajuan genetik sedang pada jumlah cabang, kemajuan genetik tinggi pada karakter diameter

Dikomunikasikan oleh Sosiawan Nusifera

Sunarya, S. · Murdaningsih H.K. · N. Rostini · Sumadi²⁾

¹⁾ Kelompok Keahlian Teknologi Kehutanan Program Studi Rekayasa Kehutanan Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati - ITB; ²⁾ Fakultas Pertanian - UNPAD).

Korespondensi: sopandies@yahoo.com

detinggi dada, tinggi total, tinggi bebas cabang, kekekanan pohon dan tinggi tajuk. Kriteria seleksi pada karakter volume *standing stock* adalah diameter setinggi dada dan tinggi bebas cabang, kriteria seleksi tinggi total adalah tinggi bebas cabang, tinggi tajuk, jumlah cabang dan kekekanan pohon, kriteria seleksi untuk tinggi tajuk adalah jumlah cabang dan kekekanan pohon.

Key words : *Paraserianthes falcataria* · Seleksi massa · Variabilitas genetik · Pola kluster · Kemajuan genetik · Tegakan benih · Marker morfologi

Pendahuluan

Variabilitas genetik, kemajuan genetik dan pola kluster merupakan modal dasar dalam pemuliaan pohon karena melalui variabilitas genetik peluang untuk memperoleh karakter unggul akan semakin tinggi. Dengan demikian, variabilitas genetik menjadi salah satu indikator dalam mencapai keberhasilan program pemuliaan. Brown, *et al.* (1987) *cit.* Van Beuningen (1997), studi dan informasi mengenai tingkat variabilitas genetik sangat diperlukan oleh pemulia dalam mengidentifikasi calon tetua persilangan yang potensial. Disamping itu, akan bermanfaat pula guna mencegah penggunaan tetua-tetua berkerabat dekat. Bermanfaat dalam mendukung program pemuliaan apabila telah diidentifikasi karakter-karakter penting.

Variabilitas suatu fenotipe tanaman dalam populasi pada suatu sistem biologi dapat disebabkan oleh : variabilitas genetik penyusun populasi, keragaman lingkungan dan keragaman interaksi genotipe dan lingkungan. Keragaman fenotipe suatu karakter tanaman yang disebabkan peranan faktor genetik, maka variabilitas tersebut akan dapat diwariskan pada generasi selanjutnya. Oleh karena itu, pada tanaman yang diperbanyak melalui biji segregasi gen dari generasi ke generasi akan menyebabkan meningkatnya variabilitas genetik (Allard, 1992).

Aktivitas pemuliaan berupa seleksi pada suatu populasi harus dievaluasi hasilnya agar dapat diperoleh informasi sejauhmana keberhasilan program pemuliaan tersebut serta dapat dijadikan landasan untuk program pemuliaan selanjutnya. Efektivitas dan efisiensi seleksi menjadi indikator dalam proses pemu-

liaan suatu populasi (khususnya manajemen sumber benih *P. falcataria*) yang ditujukan untuk menyediakan benih-benih bermaterial genetik unggul. Keberhasilan suatu program pemuliaan tanaman sangat bergantung pada variasi genetik yang diturunkan/diwariskan. Karena tanpa variasi genetik tidak akan terjadi perbaikan sifat tanaman (Poehlman dan Sleper, 1995). Oleh karenanya, informasi mengenai besarnya nilai pendugaan parameter (varians genetik, varians fenotipik, heritabilitas dan kemajuan genetik) untuk berbagai sifat tanaman sangat diperlukan dalam program pemuliaan untuk memperoleh kultivar yang diharapkan (Murdaningsih, *et al.*, 1990).

Nilai estimasi heritabilitas dapat memberikan petunjuk sederhana terhadap besar kecilnya pengaruh genetik dan lingkungan dari suatu populasi (Dudley dan Moll, 1969; Poespodarsono, 1988; Allard, 1992), sehingga apabila nilai estimasi heritabilitas digabungkan dengan nilai kemajuan genetik dari seleksi, maka akan lebih bermanfaat dalam meramalkan hasil akhir untuk melakukan seleksi sifat individu yang baik (Dudley dan Moll, 1969). Penelitian ini bertujuan mempelajari variabilitas genetik, kemajuan genetik dan pola kluster populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah dilakukan aktivitas seleksi massa terhadap karakter morfologi sebagai dasar keberhasilan program pemuliaan pohon maupun strategi pemuliaan selanjutnya.

Bahan dan Metode

Percobaan dilakukan dari Januari 2010 sampai Maret 2010 di tegakan benih *P. falcataria* ITB Kampus Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia. Obyek penelitian adalah tegakan benih *P. falcataria* yang dibangun pada akhir tahun 1999 atau awal tahun 2000 dengan rancangan lapangan Rancangan Acak Kelompok (RBD). Seleksi massa (*mass selection*) dilakukan dengan frekuensi 2 kali pada tahun 1997 dan tahun 2009 dengan cara mengeliminasi individu-individu yang terserang boktor.

Karakter-karakter yang diamati berdasarkan *P. falcataria* sebagai kayu pertukangan, yaitu : diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc), kekekanan pohon (KPhn), tinggi tajuk (Ttjk), jumlah cabang (JCbg) dan volume pohon (VPhn). Variabilitas genetik dianalisis melalui metode komponen varians

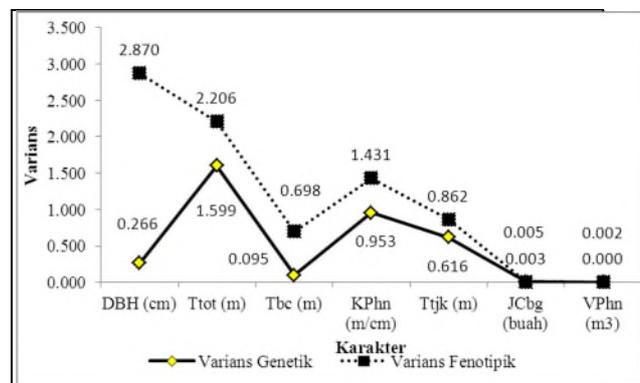
dengan perlakuan Provenan (5) dan ulangan (4). Model linier aditif mengacu (Mattjik dan Sumertajaya, 2002). Pendugaan komponen ragam genetik dan fenotipik mengacu (Anderson dan Bancroft, 1952 cit. Daradjat, 1987). Kriteria penilaian terhadap luas atau sempitnya variabilitas fenotipik dan genetik mengacu Pinaria (1995).

Nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan varians fenotipik (KVF) dihitung menurut rumus (Singh and Chaudary, 1979). Koefisien variasi genetik dan fenotipik diklasifikasikan menurut (Miligan *et al.*, 1996 dikutip Sudarmadji *et al.*, 2007) sebagai berikut : luas (jika nilainya $\geq 14,5\%$), sedang (jika nilainya antara 5% sampai $< 14,5\%$), sempit (jika nilainya $< 5\%$). Nilai duga heritabilitas arti luas dihitung menurut (Singh dan Chaudary, 1977) dengan menggunakan rumus : $H = \sigma^2_g / \sigma^2_f$. Klasifikasi heritabilitas mengacu (Stansfield, 1991). Nilai kemajuan genetik (KG) dihitung berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Singh and Chaudhary (1979). Kriteria KG mengacu kepada Begum dan Sobhan (1991) dalam Rostini, *et al.* (2006), yaitu : $KG > 15\%$: besar, KG antara $7\% - 14\%$: sedang dan jika $KG < 7\%$: rendah. Korelasi genetik dan fenotipik mengacu (Singh dan Chaudary, 1977). Analisis klaster yang menggambarkan kekerabatan masing-masing provenan pada populasi tegakan benih menggunakan analisis *multivariate Principle Component Analisis* (PCA) berdasarkan Gasperz (1995).

Hasil dan Pembahasan

Aktivitas pemuliaan berupa seleksi massa pada tegakan benih *P. falcataria*. berakibat terhadap

menurunnya variabilitas genetik. Penurunan variabilitas genetik ditunjukkan oleh sempitnya variasi genetik dan fenotipik (Pinaria, 1995) untuk semua karakter yang dianalisis. Variasi genetik dan fenotipik yang sempit dicirikan oleh nilai variasi fenotipik yang berkisar antara 0.002 pada karakter volume pohon (VPhn) sampai 2.870 pada karakter diameter setinggi dada (DBH). Nilai variasi genetik berkisar antara 0.000 pada karakter volume pohon (VPhn) sampai 1.599 pada karakter tinggi total (Ttot) (Tabel 1.). Nilai variasi fenotipik semua karakter menunjukkan selalu lebih tinggi dibandingkan variasi genetik seperti Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan varians fenotipik dan genetik populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi

Nilai variasi fenotipik yang lebih tinggi dibandingkan nilai variasi genetik, mengindikasikan bahwa semua karakter yang dianalisis lebih cenderung dikendalikan faktor lingkungan maupun faktor interaksi genetik dan lingkungan. Karakter-karakter yang dianalisis merupakan karakter kuantitatif yang dikendali-

Tabel 1. Nilai parameter genetik populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi

No	Karakter	KVG (%)	Varians Genetik	KVF (%)	Varians Fenotipik	H	KG (%)
1	DBH (cm)	1.86 K	0.266 S	6.11 S	2.870 S	0.093 r	32.29 B
2	Ttot (m)	8.53 S	1.599 S	10.02 S	2.206 S	0.725 t	221.81 B
3	Tbc (m)	3.72 K	0.095 S	10.10 S	0.698 S	0.136 r	23.38 B
4	KPhn (m/cm)	14.86 B	0.953 S	18.21 B	1.431 S	0.666 t	164.11 B
5	Ttjk (m)	10.10 S	0.616 S	11.95 S	0.862 S	0.715 t	136.72 B
6	JCbg (buah)	10.15 S	0.003 S	12.42 S	0.005 S	0.668 t	9.27 S
7	VPhn (m³)	0.85 K	0.000 S	17.49 B	0.002 S	0.002 r	0.02 K

Keterangan : KVG = koefisien variasi genetik; KVF = koefisien varians fenotipik; KG = kemajuan genetik (K = kecil. S = sedang. B = besar); S = sempit; L = luas; r = rendah; s = sedang; t = tinggi; H = heritabilitas; DBH=diameter setinggi dada; Ttot=tinggi total; Tbc=tinggi bebas cabang; KPhn=kekekaran pohon; Ttjk=tinggi tajuk; JCbg=jumlah cabang; VPhn=volume pohon

kan oleh banyak gen (*polygenic*) yang sangat peka terhadap lingkungan (Falconer dan Mackay, 1996). Menurunnya variasi genetik populasi tegakan benih akibat *mass selection*, mengindikasikan telah terjadinya efek seleksi negatif (*dysgenic selection*) pada populasi tersebut (Rostini, dkk., 2008; Hardiyanto, 2000). Pada kondisi populasi demikian, maka seleksi famili menjadi metode yang disarankan karena pada kondisi populasi dengan variasi yang rendah seleksi tidak dapat memperoleh hasil atau tujuan yang diinginkan (Hardiyanto, 2000).

Populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi memiliki nilai KVG yang cenderung lebih tinggi dibandingkan KVF. Nilai koefisien variasi genetik berkisar antara 0.85% pada karakter volume pohon (VPhn) sampai 14.86% pada karakter kekekanan pohon (KPhn). Karakter kekekanan pohon (KPhn) merupakan karakter dengan variabilitas genetik luas karena nilai KVG terklasifikasi besar (Miligan. *et al.*. 1996 *dikutip* Sudarmadji. *et al.*. 2007). Sebaliknya, nilai KVF berkisar antara 6.11% pada karakter diameter setinggi dada (DBH) sampai 18.21% pada karakter kekekanan pohon (KPhn). Berdasarkan nilai KVF terlihat 2 (dua) karakter dengan variabilitas genetik luas, yaitu : karakter kekekanan pohon (KPhn) dan karakter volume pohon (VPhn).

Nilai estimasi heritabilitas dapat memberikan petunjuk sederhana terhadap besar kecilnya pengaruh genetik dan lingkungan dari suatu populasi (Dudley dan Moll, 1969; Poespodarsono, 1988; Allard, 1992). Estimasi heritabilitas tergolong rendah sampai tinggi (Stansfield, 1991). Karakter volume pohon (VPhn) memiliki nilai estimasi heritabilitas paling rendah sebesar 0.002 dan karakter tinggi total (Ttot) memiliki nilai estimasi heritabilitas paling tinggi sebesar 0.725. Karakter-karakter dengan nilai estimasi heritabilitas tinggi yang mengindikasikan faktor genetik lebih dominan dibandingkan faktor lingkungan terdapat pada karakter-karakter : tinggi total (Ttot) 0.725, kekekanan pohon (KPhn) 0.666, tinggi tajuk (Ttjk) 0.715 dan jumlah cabang 0.668. Kemajuan genetik memperlihatkan nilai yang bervariasi dari 0.002% pada karakter volume pohon (VPhn) sampai 221.81% pada karakter tinggi total (Ttot). Adanya seleksi pada populasi tegakan benih *P. falcataria* ternyata telah dapat meningkatkan kemajuan genetik, terutama untuk karakter : diameter setinggi dada (DBH) 32.29%, tinggi total (Ttot) 221.81%, tinggi bebas

cabang (Tbc) 23.38%, kekekanan pohon (KPhn) 164.10% dan tinggi tajuk (Ttjk) 136.71%.

Sebagai landasan seleksi, populasi tegakan benih dapat diseleksi saat ini karena terdapat beberapa karakter dengan variabilitas fenotipik dan genetik yang luas. Seleksi akan cukup efektif apabila dilakukan pada karakter kekekanan pohon (KPhn), tinggi total (Ttot), tinggi tajuk (Ttjk) dan jumlah cabang (JCb). Sementara itu, pada karakter-karakter lainnya, seperti : diameter setinggi dada (DBH), tinggi bebas cabang (Tbc) dan volume pohon (VPhn) seleksi akan lebih efektif apabila dilakukan pada generasi berikutnya. .

Hasil analisis korelasi fenotipik dan genetik populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi sebagaimana Tabel 2. Karakter dengan nilai koefisien korelasi paling tinggi antara tinggi total (Ttot) dengan kekekanan pohon (KPhn) sebesar 0.89. Karakter diameter setinggi dada juga memiliki nilai korelasi yang erat dengan karakter-karakter : tinggi bebas cabang (Tbc), tinggi tajuk (Ttjk), jumlah cabang (JCb) dan kekekanan pohon (KPhn). Keeratan antar karakter tersebut dikarenakan volume merupakan kuadrat dari diameter sebagaimana dikemukakan oleh (Chapman and Meyer, 1949; Laar and Akca, 1997), bahwa diameter merupakan variabel yang praktis untuk menduga volume. Disamping itu, dipengaruhi pula oleh proses fisiologi tanaman. Misalnya, semakin besar diameter batang maka suplai air, nutrisi dan mineral akan semakin tinggi untuk proses fotosintesis dan juga kemampuan distribusi asimilat akan semakin besar. Tingginya distribusi asimilat akan memacu pertumbuhan tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc), tinggi tajuk (Ttjk) dan akhirnya volume pohon (VPhn) (Daniel, *et al.*, 1992; Loveless, 1987; Lakitan, 2004; Salisbury dan Ross, 1995).

Tujuan seleksi terhadap orientasi pemuliaan Sengon lebih difokuskan terhadap karakter pertumbuhan, yaitu : diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc) dan tinggi tajuk (Ttjk). Hal ini dikarenakan tujuan pemuliaan Sengon lebih ditekankan kepada bagaimana memperoleh *P. falcataria* dengan volume yang tinggi. Variabel yang dijadikan dasar untuk pengukuran volume adalah diameter batang dan tinggi bebas cabang dan karakter volume batang kayu merupakan karakter kuantitatif dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Selanjutnya, Lamb and Borschmann

Tabel 2. Matriks pola korelasi fenotipik dan genetik populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi

Karakter	DBH		Ttot		Tbc		Ttjk		JCbg		KPhn	
	r _f	r _g										
Ttot	-0.05tn	-0.40tn										
Tbc	0.41tn	-0.06tn	0.58*	0.42tn								
Ttjk	-0.37tn	-0.48tn	0.78*	0.69*	-0.06tn	0.39tn						
JCbg	0.41tn	0.62*	-0.50*	-0.46tn	0.05tn	0.03tn	-0.66*	-0.60*				
KPhn	-0.49tn	-0.44tn	0.89*	0.69*	0.32tn	0.38tn	0.85*	0.71*	-0.63*	-0.55*		
VPhn	0.82*	0.08tn	0.34tn	0.17tn	0.85*	0.10tn	-0.24tn	-0.03tn	0.27tn	0.42tn	-0.08tn	0.00tn

Keterangan : r_f = korelasi fenotipik; r_g = korelasi genetik; tn = tidak nyata; * = beda nyata pada taraf 5%; DBH=diameter setinggi dada; Ttot=tinggi total; Tbc=tinggi bebas cabang; Ttjk=tinggi tajuk; JCbg=jumlah cabang; KPhn=kekekaratan pohon

(1998), menyatakan juga bahwa volume bebas cabang sering digunakan dalam menduga volume kayu pertukangan.

Falconer dan Mackay (1996) menyatakan bahwa prasyarat utama agar seleksi tidak langsung dapat dilakukan adalah adanya korelasi genetik antara karakter yang dituju dan karakter sekunder yang diseleksi. Pada kondisi dimana karakter-karakter berkorelasi secara genetik namun tidak berkorelasi secara fenotipik, seleksi tidak langsung tidak dapat dilakukan. Dengan demikian, karakter yang berpotensi sebagai kriteria seleksi pada karakter volume *standing stock* (VPhn) adalah diameter setinggi dada (DBH) dan tinggi bebas cabang (Tbc); kriteris seleksi tinggi total (Ttot) adalah tinggi bebas cabang (Tbc), tinggi tajuk (Ttjk), jumlah cabang (JCbg) dan kekekaratan pohon (KPhn); kriteria seleksi untuk tinggi tajuk (Ttjk) adalah jumlah cabang (JCbg) dan kekekaratan pohon (KPhn).

Secara umum, terlihat bahwa secara genetik semua karakter berkorelasi dengan dua atau lebih karakter lainnya. Hal ini dikarenakan oleh karakter yang diamati merupakan karakter kuantitatif. Dengan asumsi bahwa karakter kuantitatif benar dikendalikan oleh *polygenic*, maka wajar apabila karakter-karakter tersebut lebih berkorelasi secara genetik daripada secara fenotipik. Nusifera (2012), hal ini dikarenakan efek *pleiotropy* ataupun *linkage* pada gen-gen tertentu tidak selalu berdampak sama pada penampilan suatu karakter. Oleh karena itu, dua karakter yang berkorelasi secara genetik belum tentu berkorelasi secara fenotipik.

Dampak seleksi terhadap populasi dapat pula dianalisis berdasarkan pola pengelompokan yang dilakukan berdasarkan analisis komponen utama atau PCA (*principal component analysis*). Melalui analisis komponen utama ini dapat tergambarkan pola kluster dari masing-

masing populasi yang mengindikasikan pola hubungan kekerabatan. Hasil analisis komponen utama populasi tegakan benih setelah seleksi disajikan pada Tabel 3.

Signifikansi komponen utama populasi tegakan benih setelah seleksi yang ditunjukkan oleh nilai akar ciri/ragam lebih dari 1 terdapat pada komponen utama 1 dan 2. Proporsi variasi yang dapat dijelaskan pada kedua komponen utama tersebut yang ditunjukkan oleh nilai keragaman kumulatif sebesar 83.20%. Hal ini bermakna bahwa variasi total dari 7 variabel yang dianalisis dapat dijelaskan melalui variasi dua variabel komponen utama. Variasi yang ada pada tiap komponen utama dideterminasi oleh karakter-karakter tertentu yang umumnya berbeda antara komponen utamanya. kecuali pada karakter diameter setinggi dada (DBH) dan tinggi total (Ttot). Kedua karakter tersebut dapat mendiskriminasi baik pada komponen utama pertama maupun komponen utama kedua. Karakter-karakter yang mendiskriminasi variasi pada komponen utama pertama adalah : diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi tajuk (Ttjk), jumlah cabang (JCbg) dan kekekaratan pohon (KPhn). Sementara itu, pada komponen utama kedua karakter-karakter yang mendiskriminasi variasi adalah : diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc) dan volume pohon (VPhn).

Efek karakter terhadap diskriminasi variasi dapat dilihat juga berdasarkan koefisien skor komponen utama (KSK). Dimana semakin tinggi koefisien skor komponen utama (KSK), semakin tinggi juga variasi yang ditimbulkan oleh karakter tersebut. Koefisien skor komponen utama (KSK) pada karakter kekekaratan pohon (KPhn) memiliki nilai tertinggi, yaitu : 0.28. Oleh karena itu, karakter kekekaratan pohon merupakan karakter yang paling tinggi berefek terhadap diskriminasi variasi. Sebaliknya, pada

karakter tinggi bebas cabang (Tbc) dengan nilai koefisien skor komponen utama (KSK) sebesar 0.03 memberikan efek paling rendah terhadap diskriminasi variasi populasi tegakan benih. Karakter-karakter yang memiliki efek menurunkan variasi terlihat dengan nilai koefisien skor komponen utama negatif yang terjadi pada karakter-karakter : diameter setinggi dada (DBH) sebesar -0.19, jumlah cabang (JCbg) sebesar -0.23 dan volume pohon (VPhn) sebesar -0.11. Berdasarkan nilai skor komponen utama, populasi tegakan benih setelah seleksi dapat dikategorikan rendah pada karakter jumlah cabang (JCbg) sampai sedang pada karakter-karakter lainnya. Urutan masing-masing karakter berdasarkan diskriminasi variasi populasi tegakan benih setelah seleksi masing-masing adalah : 1). Kekekan pohon (KPhn). 2). Tinggi tajuk (Ttjk), 3). Tinggi total (Ttot), 4). Tinggi bebas cabang (Tbc), 5). Volume pohon (VPhn), 6). Diameter setinggi dada (DBH), dan 7). Jumlah cabang (JCbg). Semakin kecil rangking dari suatu karakter, semakin

besar karakter tersebut berpengaruh terhadap diskriminasi variasi (Gasparz, 1995).

Pola variasi masing-masing provenan pada tegakan benih berdasarkan skor komponen utama dapat diinterpretasi pula melalui grafik *bi-plot* sebagaimana tersaji pada Gambar 2 yang memperlihatkan pola kekerabatan provenan berdasarkan skor komponen utama pertama dan kedua.

Pengelompokan Provenan Kuningan pada kuadran IV dan tidak memiliki kemiripan dengan provenan lainnya. disebabkan oleh karakter diameter setinggi dada (DBH) dan karakter volume pohon (VPhn) dengan nilai rata-rata paling tinggi dibandingkan provenan lainnya. Pola kemiripan Provenan Banjarnegara dengan Provenan Solomon pada kuadran I disebabkan oleh karakter : tinggi bebas cabang (Tbc), kekekan pohon (KPhn), tinggi tajuk (Ttjk) dan volume pohon (VPhn). Karakter-karakter tersebut memiliki nilai rata-rata yang hampir sama (Tabel 4.), sehingga pola kemiripan karakter tersebut menjadi tinggi. Pola kemiripan

Tabel 3. Skor komponen utama, koefisien skor komponen utama dan pengelompokan karakter fenotipik tegakan benih uji provenan *P. falcataria* setelah seleksi

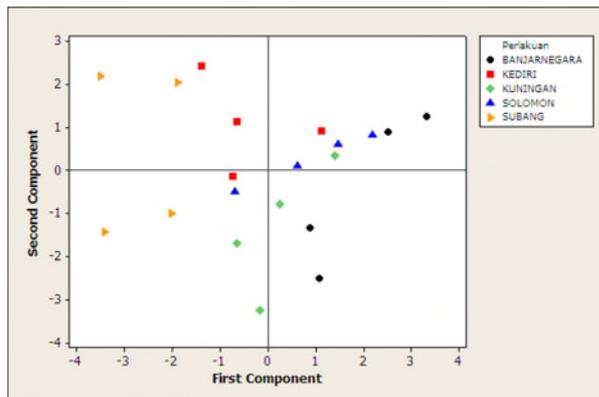
No	Karakter	Komponen Utama (PC)												KSK	P	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	DBH (cm)	-0.35	-0.38	-0.59	0.03	-0.31	-0.18	0.51	-	-	-	-	-	-	-0.19	S
2	Ttot (m)	0.42	-0.39	-0.08	-0.24	0.46	-0.63	-0.01	-	-	-	-	-	-	0.23	S
3	Tbc (m)	0.05	-0.58	0.50	0.15	0.20	0.41	0.43	-	-	-	-	-	-	0.03	S
4	Ttjk (m)	0.47	-0.03	-0.52	-0.35	0.11	0.61	0.00	-	-	-	-	-	-	0.25	S
5	JCbg (buah)	-0.42	-0.04	0.24	-0.87	-0.04	0.03	0.01	-	-	-	-	-	-	-0.23	R
6	KPhn (m/cm)	0.52	-0.12	0.25	-0.14	-0.79	-0.13	0.03	-	-	-	-	-	-	0.28	S
7	VPhn (m ³)	-0.20	-0.59	-0.10	0.10	-0.14	0.12	-0.74	-	-	-	-	-	-	-0.11	S
Rata-rata		0.07	0.30	0.04	0.19	0.07	0.03	0.03	-	-	-	-	-	-	0.04	-
Standar deviasi		0.40	0.24	0.41	0.35	0.40	0.41	0.41	-	-	-	-	-	-	0.22	-

Keterangan : DBH=diameter setinggi dada; Ttot=tinggi total; Tbc=tinggi bebas cabang; Ttjk=tinggi tajuk; JCbg=jumlah cabang; KPhn=kekekan pohon

Tabel 4. Nilai rata-rata karakter masing-masing provenan populasi tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi

No	Karakter	Provenan (Rata ²)				
		Subang	Kediri	Solomon	Banjarnegara	Kuningan
1	DBH (cm)	28.46ab	27.90ab	26.57a	27.48ab	28.90b
2	Ttot (m)	13.04a	13.97ab	14.88b	16.29c	15.94c
3	Tbc (m)	8.25ab	7.47a	8.53b	8.85b	8.98b
4	KPhn (m/cm)	0.46a	0.51ab	0.57b	0.60b	0.56b
5	Ttjk (m)	4.79a	6.50b	6.43b	7.44b	6.96b
6	JCbg (buah)	8.82b	7.46ab	7.24ab	7.18a	8.20b
7	VPhn (m ³)	0.29ab	0.26a	0.26a	0.29ab	0.33b

Keterangan : DBH=diameter setinggi dada; Ttot=tinggi total; Tbc=tinggi bebas cabang; Ttjk=tinggi tajuk; JCbg=jumlah cabang; KPhn=kekekan pohon; angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$ berdasarkan uji lanjut Duncan



Gambar 2. Pola pengelompokan masing-masing provenan pada tegakan benih *P. falcataria* setelah seleksi berdasarkan komponen utama 1 dan 2

yang sama antara Provenan Subang dan Provenan Kediri pada kuadran II dipengaruhi oleh karakter-karakter dengan nilai rata-rata yang hampir sama atau homogen. Karakter-karakter tersebut adalah : diameter setinggi dada (DBH), tinggi total (Ttot), tinggi bebas cabang (Tbc), kekekaratan pohon (KPhn), jumlah cabang (JCbg) dan volume pohon (VPhn). Selanjutnya, pola kemiripan antara Provenan Kuningan dan Provenan Subang pada kuadran III disebabkan oleh karakter-karakter : diameter setinggi dada (DBH), tinggi bebas cabang (Tbc), jumlah cabang (JCbg) dan volume pohon (VPhn).

Introduksi Provenan Solomon pada tegakan benih *P. falcataria*, ternyata belum dapat meningkatkan variabilitas genetik tegakan benih tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh kemiripan yang sama dengan Provenan Kediri, Banjarnegara dan Provenan Kuningan. Karakter-karakter yang berpengaruh terhadap kemiripan ketiga provenan tersebut adalah : tinggi bebas cabang (Tbc), kekekaratan pohon (KPhn) dan tinggi tajuk (Ttjk). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing provenan memiliki kekerabatan yang dekat (variabilitas genetik rendah) yang diduga akibat penyebaran sengon memiliki *genetic base* yang sempit. Heyne (1987), di Pulau Banda sengon ditemukan oleh Teysman dan dibawa ke Kebun Raya Bogor, dari Kebun Raya ini sejak 1871 tersebar di seluruh Nusantara. Disamping itu, Finkeldey (2005) mengemukakan juga bahwa faktor yang menurunkan keragaman genetik adalah seleksi serta *genetic drift* (penghanyutan genetik).

Kesimpulan

Variabilitas genetik dan fenotipik berdasarkan varians adalah sempit dan variabilitas sempit sampai luas berdasarkan koefisien variasi genetik dan fenotipik. Heritabilitas rendah pada diameter setinggi dada, tinggi bebas cabang dan volume *standing stock*, heritabilitas tinggi pada tinggi total, kekekaratan pohon (rasio diameter-tinggi), tinggi tajuk dan jumlah cabang. Kemajuan genetik kecil pada volume *standing stock*, kemajuan genetik sedang pada jumlah cabang, kemajuan genetik besar pada karakter diameter detinggi dada, tinggi total, tinggi bebas cabang, kekekaratan pohon dan tinggi tajuk.

Kriteria seleksi pada karakter volume *standing stock* adalah diameter setinggi dada dan tinggi bebas cabang, kriteria seleksi tinggi total adalah tinggi bebas cabang, tinggi tajuk, jumlah cabang dan kekekaratan pohon, kriteria seleksi untuk tinggi tajuk adalah jumlah cabang dan kekekaratan pohon. Seleksi pada salah satu karakter tersebut dapat meningkatkan karakter lainnya.

Provenan Solomon memiliki kekerabatan yang dekat dengan Provenan Kuningan, Kediri dan Subang dan persilangan antar provenan belum dapat meningkatkan variabilitas genetik populasi tegakan benih *P. falcataria*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M Dikti atas bantuan biaya penelitian melalui Hibah Kompetitif Strategi Nasional Tahun 2010 dengan judul **Evaluasi Genetik Dan Morfologi Keturunan Populasi Hasil Seleksi Sumber Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) Tahan Bokter (*Xylocopa vestipa*) Dan Produktifitas Tinggi**.

Daftar Pustaka

- Allard, R.W. 1992. *Principles of Plant Breeding*. Rev. Eds.. John Wiley and Sons, Inc. New York- London.
- Chapman, H.H. and W.H. Meyer. 1949. *Forest Mensuration*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.

- Daniel, T.W., J.A. Helms, and F.S. Baker. 1992. Prinsip-prinsip Silvikultur. Gajahmada University Press. Yogyakarta. 651p.
- Daradjat, A.A. 1987. Variabilitas dan Adaptasi Genotipe Terigu pada Berbagai Lingkungan Tumbuh di Indonesia. Disertasi. Universitas Padjadjaran Bandung.
- Dudley, J.W. and R.N. Moll. 1969. Intertpretation and use of estimates of heritability and genetic variance in plant breeding. *Crop. Sci.* 9: 257-262.
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetic. Fourth Edition. Longman Group Ltd. London. 464p.
- Finkeldey, R. 2005. *Pengantar Genetika Hutan Tropis*. Djahhuri E, Siregar IZ, Siregar UJ, Kertadikara AW, penerjemah. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Terjemahan dari: *An Indtroduction to Tropical Forest Genetics*.
- Hardiyanto, E.B. 2000. Quantitative Genetics. Training Course on Basic Forest Genetics. Wangama-Wonogiri, 12 - 17 June 2000. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid ke II cetakan ke-1. Badan LITBANG Kehutanan Jakarta. Jakarta.
- Laar, A. van and Akça, A. 1997. Forest Mensuration. Cuvillier Verlag. Göttingen.
- Lakitan B. 2004. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Lamb, D. and Borschmann, G. 1998. Agroforestry with high value trees. RIDROC publication No. 98/142.
- Loveless AR. 1987. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropika. PT Gramedia. Jakarta.
- Mattjik, A.A. dan Sumertajaya M. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. IPB Press. Bogor.
- Murdaningsih, H.K., A. Baihaki, G. Satari, T. Danakusuma dan A.H. Permadi. 1990. Variasi genetik sifat-sifat tanaman bawang putih di Indonesia. *Zuriat* 1(1) : 32-36.
- Nusifera, S. 2012. Diversitas genetik dan respon kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L. DC*) terhadap pemangkasan reproduktif. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Pinaria, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja dan A.A. Darajat. 1995. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter-karakter biomassa 53 genotipe kedelai. *Zuriat* 6(2): 80-87.
- Poehlman J. M., and Sleper D.A. 1995. Breeding Field Crops. Fourth Edition. Iowa State University Press.
- Poespodarsono, S. 1988. Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor Bekerja Sama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi - IPB. Bogor. Hal : 5 - 6.
- Rostini, N., E. Yuliani dan N. Hermiati. 2006. Heritabilitas, kemampuan genetik dan korelasi karakter daun dengan buah muda dan heritabilitas pada 21 genotip nenas. *Zuriat* 17(2): 114-121.
- Rostini, N., T. Herawati, N. Hermiati. M. Rachmadi, dan Murdaningsih, H.K. 2008. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Giratuna. Bandung. 116p.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. ITB Bandung. Bandung.
- Singh, RK and BD Chaudary. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi.
- Stansfield, WD. 1991. Genetika. Edisi Kedua. Terjemahan oleh Muchidin Apandi dan Lanny T. Hardy. Erlangga. Jakarta.
- Sudarmadji, R. Mardjono dan H. Sudarmo. 2007. Variasi genetik, heritabilitas dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen (*Sesamum indicum*). *J. Littri* 13:3. 88-92.
- Van Beuningen, L.T. 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivar : III Cluster analisis based on quantitative morphological traits. *Crop Sci.* 37 : 203-207.

Rosniawaty, S. · R. Sudirja · H. Hidayat

Pemanfaatan limbah organik sebagai media tanam dan aplikasi urin ternak pada pembibitan kopi (*Coffea arabica* l.)

The use of organic waste as media planting and application of cattle urine for coffee (*Coffea arabica* l.) seedlings

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Coffee production depends on the initial cultivation. Nursery is one of stages of cultivation to produce good seedling and will produce high yield. Media planting and fertilization is one of the important things in producing good seedling. Coffee pericarp and leaves waste is used as planting media and adding of rabbit urine and cow urine was expected to produced good coffee seedlings. The experiments have been conducted on February-May 2014 at The Balai Pengembangan Benih Tanaman Perkebunan (BPBTP) Sindanglaya Bandung. The treatments used were a combination of media using compost leaves or coffee pericarp with rabbit urine concentration, or the concentration of cow urine. Rabbit urine or cow urine fermented before used. Urine concentration of rabbit and cow were 25%. The experimental design used was a randomized block design, there were 10 treatment and repeated 3 times. The results showed that soil and compost of pericarp of coffee (2: 1 or 3: 1) as media and rabbits urine affected on plant height, stem diameter and number of leaves. Soil and compost leaves (3: 1) media and rabbit urine have the best effect both of the root volume and leaf area. Media soil: compost coffee pericarp (2: 1) and Cow urine effect only on the variables plant height

Keywords: Coffee · Cow urine · Rabbit urine

Sari Produksi kopi ditentukan mulai dari awal pembudidayaannya. Pembibitan merupakan salah satu tahapan budidaya untuk menghasilkan bibit yang baik dan dapat menghasilkan

tanaman yang berproduksi tinggi. Media tanam dan pemupukan merupakan salah satu hal penting dalam menghasilkan bibit yang baik. Pemanfaatan limbah kulit buah kopi dan serasah daun sebagai campuran media tanam serta penambahan urin kelinci dan urin sapi diharapkan dapat menghasilkan bibit kopi yang baik. Percobaan telah di laksanakan pada bulan Februari-Mei 2014. Percobaan dilaksanakan di Balai Pengembangan Benih Tanaman Perkebunan (BPBTP) Sindanglaya Bandung. Perlakuan yang digunakan adalah kombinasi antara media menggunakan kompos daun atau kompos kulit kopi dengan konsentrasi urin kelinci, atau konsentrasi urin sapi. Urin kelinci atau urin sapi difermentasikan terlebih dahulu sebelum digunakan. Konsentrasi urin kelinci atau urin sapi sebesar 25 %. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, terdapat 10 perlakuan yang di ulang 3 kali. Hasil percobaan menunjukkan bahwa media tanah dan kompos kulit kopi (2:1 ataupun 3:1) dan urin kelinci berpengaruh paling baik pada tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Media tanah dan kompos daun (3:1) dan urin kelinci berpengaruh paling baik pada volume akar dan luas daun. Media tanah : kompos kulit buah kopi (2:1) dan Urin sapi hanya berpengaruh pada variabel tinggi tanaman.

Kata kunci: Kopi · Urine sapi · Urine kelinci

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi. Indonesia mampu memproduksi kopi sebanyak 675,8 ribu ton dengan luas lahan 1,24 juta pada tahun 2013 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Pengembangan industri pengolahan kopi di dalam negeri memiliki prospek yang sangat baik,

Dikomunikasikan oleh Fiky Yulianto Wicaksono

Rosniawaty, S.¹ · R. Sudirja¹ · H. Hidayat²

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Unpad
Jl. Raya Bandung Sumedang, km-21 Jatinangor

Korespondensi: santi.rosniawaty@unpad.ac.id

mengingat konsumsi kopi masyarakat Indonesia rata-rata baru mencapai 1,2 Kg perkapita/tahun dibanding dengan negara-negara pengimpor kopi seperti Amerika Serikat 4,3 Kg, Jepang 3,4 Kg, Austria 7,6 Kg, Belgia 8,0 Kg, Norwegia 10,6 Kg dan Finlandia 11,4 Kg perkapita/tahun (Hartono, 2013)

Produktivitas tanaman kopi di Indonesia masih rendah yaitu baru mencapai 700 Kg biji kopi/ha/tahun untuk Robusta dan 800 Kg biji kopi/ha/tahun untuk Arabika, sedangkan produktivitas negara Vietnam telah mencapai lebih dari 1.500 Kg/ha/tahun (Hartono, 2013). Namun demikian Indonesia memiliki kopi yang khas yang sesuai dengan kondisi lingkungan tertentu seperti kopi arabika Java Preanger dari Jawa Barat.

Peningkatan produktivitas dapat dilakukan sejak pembibitan. Masa pembibitan merupakan masa yang penting dalam pertumbuhan kopi. Bibit yang baik akan menghasilkan buah kopi yang banyak. Pertumbuhan bibit yang baik dipengaruhi oleh media tanam yang digunakan. Media tanam pembibitan tanaman perkebunan pada umumnya menggunakan bahan organik disamping tanah. Media tumbuh bibit kopi pada pembibitan merupakan campuran tanah lapisan atas, pasir yang halus dan pupuk kandang (1:1:1) tergantung dari kondisi tanahnya (Rahardjo, 2013).

Bahan organik yang dapat digunakan berupa kompos. Kompos dapat berasal dari sisa daun-daun ataupun memanfaatkan limbah organik yang ada disekitar pembibitan. Limbah kulit kopi merupakan salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai media tanam pembibitan kopi. Kelebihan kulit buah kopi yang telah dikomposkan sebagai media tanam pembibitan adalah unsur hara yang terserap saat pembentukan buah kopi sebagian dapat dikembalikan dan digunakan kembali oleh tanaman kopi.

Media tanam yang baik harus diikuti dengan pemeliharaan selama pembibitan. Salah satu tindakan pemeliharaan yang baik adalah pemupukan. Umumnya pupuk yang digunakan adalah pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus akan menyebabkan kerusakan fisik pada tanah. Perlu dicari alternatif pupuk yang dapat diperoleh dengan mudah, tidak mengganggu lingkungan dan pengaruhnya baik untuk pertumbuhan bibit kopi.

Alternatif pupuk yang dapat digunakan adalah urin kelinci dan urin sapi. Kelinci dan

sapi merupakan hewan peliharaan yang dapat menghasilkan urin setiap harinya. Urin merupakan limbah dari hewan, sehingga apabila tidak dimanfaatkan dapat mencemari lingkungan. Sapi akan lebih banyak menghasilkan urin apabila dibandingkan dengan kelinci, urin kelinci memiliki kelebihan dibandingkan dengan urin sapi. Hasil penelitian Rinekso dkk (2011) urin sapi asal Jatibarang yang telah difermentasi selama 15 hari mengandung C organik 4,49%, N 0,7%, P 0,16% ,K 0,62% serta C/N 6,41. Berdasarkan hasil penelitian Badan Penelitian Ternak (Balitnak) tahun 2005 dikutip Setyanto, dkk (2014), kotoran urine kelinci memiliki kandungan unsur N, P, K yang lebih tinggi (2,72%, 1,1%, dan 0,5%) dibandingkan dengan kotoran dan urine ternak lainnya seperti kuda, kerbau, sapi, domba, babi dan ayam.

Beberapa penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang baik dari penggunaan urin kelinci dan urin sapi. Hasil penelitian Oliveira, dkk (2009) aplikasi urin sapi 1,25% ke daun dan 1 % ke tanah direkomendasikan untuk tanaman lettuce (*Lactuca sativa*). Hasil penelitian Nugraheni dan Paiman (2010) pada tanaman tomat bahwa konsentrasi urin kelinci 3000 ppm dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat kering daun dan berat kering batang, tetapi tidak berpengaruh pada pertumbuhan generatif tanaman. Hasil penelitian Rosniawaty, dkk (2015) bahwa terdapat pengaruh penggunaan urin kelinci dan urin sapi yang telah difermentasi terhadap luas daun, volume akar dan bobot kering bibit kakao pada umur 16 minggu setelah tanam (mst). Penggunaan urin sapi dengan konsentrasi 25% dapat menyamai penggunaan pupuk anorganik pada pembibitan kakao.

Penelitian penggunaan urin kelinci dan urin sapi yang telah difermentasi pada pembibitan tanaman perkebunan masih perlu dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian aplikasi urin kelinci dan urin sapi yang telah difermentasi pada pembibitan kopi.

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan di Balai Pengembangan Benih Tanaman Perkebunan (BPBTP) Sindanglaya Bandung. Tempat percobaan terletak pada ketinggian \pm 788 m di atas permukaan laut. Percobaan dilakukan dari bulan Februari 2014

sampai dengan bulan Mei 2014. Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Fergusson (1951), lokasi percobaan memiliki tipe curah hujan C

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan adalah bibit kopi klon Lini S-795 berumur 17 mst dari BPBTP Sindanglaya Bandung, urin kelinci dan urin sapi dari peternakan Unpad yang difermentasi (konsentrasi 25 %), kompos kulit kopi, kompos daun, tanah lapisan atas (*top soil*) Andisol dari Lembang, paranet 60%, polibeg ukuran 20 x 25, EM4 sebagai dekomposer, tali rafia, bambu, paku, dan pestisida. Alat yang digunakan pada percobaan ini adalah cangkul, embrat, jangka sorong, oven, penggaris, meteran, gelas ukur 1.000 mL, timbangan analitik, label, gunting, palu, termometer, dan alat tulis.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 10 perlakuan yang diulang 3 kali. Adapun perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

- A = Tanah : Kompos Daun (2:1)
- B = Tanah : Kompos Daun (2:1) + Urea 2g/polibeg
- C = Tanah : Kompos Daun (2:1) + Urin Kelinci
- D = Tanah : Kompos Daun (3:1) + Urin Kelinci
- E = Tanah : Kompos Kulit Kopi (2:1) + Urin Kelinci
- F = Tanah : Kompos Kulit Kopi (3:1) + Urin Kelinci
- G = Tanah : Kompos Daun (2:1) + Urin Sapi
- H = Tanah : Kompos Daun (3:1) + Urin Sapi
- I = Tanah : Kompos Kulit Kopi (2:1) + Urin Sapi
- J = Tanah : Kompos Kulit Kopi (3:1) + Urin Sapi

Analisis statistik untuk mengetahui pengaruh perlakuan dengan menggunakan uji Fischer, apabila signifikan, dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Data curah hujan memperlihatkan bahwa pada bulan Februari rata-rata curah hujan 1,67 mm/hari, pada bulan Maret dengan rata-rata curah hujan 17,84 mm/hari, pada bulan April dengan rata-rata curah hujan 10,68 mm/hari, dan pada bulan Mei dengan rata-rata curah hujan 0,09 mm/hari. Temperatur udara rata-rata selama percobaan dari bulan Februari sampai dengan Mei berkisar antara 23,5-24,3 °C.

Kelembaban udara rata-rata pada bulan Februari sampai dengan Mei berkisar antara 75,8 - 86,3 %. Curah hujan yang sesuai untuk kopi seyogyanya adalah 1500-2500 mm per tahun, dengan rata-rata bulan kering 1-3 bulan dan suhu rata-rata 15-25 derajat celsius (Puslitkoka, 2006 dikutip Prastowo, dkk 2010). Berdasarkan hasil analisis curah hujan dan temperatur udara selama percobaan, menunjukkan kondisi lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan bibit kopi.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Analisis Urin Sapi, dan Urin Kelinci yang telah difermentasikan

Jenis Analisis	Urin Kelinci	Urin Sapi baru
pH	7,07	8,25
N-total (%)	0,14	0,81
P ₂ O ₅ (%)	0,12	0,12
K ₂ O (%)	0,61	0,98

Tabel 2. Perbandingan Hasil Analisis Hara Kompos Daun dan Kompos Kulit Kopi

Jenis Analisis	Kompos Daun	Kompos Kulit Kopi
N-Total (%)	0,50	0,49
P ₂ O ₅ (%)	0,23	0,77
K ₂ O (%)	0,13	0,04
C/N	15	14
C-org	7,45	6,96
pH H ₂ O	7,57	7,35
pH KCl	7,18	6,97
Kadar Air	62,14	73,45

Hasil analisis di laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Faperta Unpad, urin kelinci dan urin sapi yang telah difermentasi tercantum pada Tabel 1. Hasil analisis urin menunjukkan bahwa urin sapi mempunyai kandungan hara yang lebih tinggi daripada urin kelinci, kecuali pada kandungan P₂O₅ yang kadarnya sama dengan urin kelinci. Namun pH urin kelinci mendekati netral, sehingga membantu penyerapan unsur hara. Hasil analisis kompos daun dan kompos kulit kopi tercantum pada Tabel 2. Kompos kulit kopi memiliki kandungan P₂O₅ dan kadar air lebih tinggi dibandingkan kompos daun.

Tinggi Tanaman. Berdasarkan hasil analisis statistik yang tercantum pada Tabel 3 perlakuan I (Tanah : Kompos Kulit Kopi (2:1) + Urin Sapi) memberikan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada setiap umur pengamatan. Namun pada umur 12 minggu setelah aplikasi (msa) perlakuan I

tingginya sama dengan perlakuan D,E,F. yaitu Tanah : kompos daun (2:1) dan tanah kompos kulit kopi (2:1) dan (3:1) semuanya menggunakan urin kelinci. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan P_2O_5 yang sama antara urin kelinci dan urin sapi yaitu 0,12%. Kompos kulit kopi juga memiliki P_2O_5 yang tinggi dibandingkan dengan kompos daun, sehingga penggunaan kompos kulit kopi (3:1) mampu menyamai penggunaan kompos daun (2:1). Unsur P berperan dalam pembelahan sel dan pembentukan jaringan baru serta sebagai sumber energi pada metabolisme tanaman. Unsur P juga merupakan elemen kunci yang berpengaruh besar pada pembentukan dan pertumbuhan perakaran (Abdolzadeh, et al 2010). Pertumbuhan akar yang baik akan mampu menyerap unsur hara dengan optimal, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan batang (tinggi tanaman).

Tabel 3. Rata-Rata Tinggi Tanaman pada Umur 4,8 dan 12 msa

Perlakuan	Tinggi Tanaman (Cm)		
	4 msa	8 msa	12 msa
A	1.57 a	3.00 a	6.76 A
B	2.67 ab	5.38 b	13.87 B
C	2.91 abc	5.93 bc	16.58 bc
D	3.65 bcde	7.88 cde	20.12 D
E	4.11 bcdef	8.54 def	19.98 D
F	5.03 ef	10.14 ef	20.16 D
G	4.81 def	7.78 cd	15.89 bc
H	3.29 bcd	7.33 bcd	17.80 cd
I	5.35 f	10.36 f	20.25 D
J	4.41 cdef	8.91 def	19.26 cd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf kepercayaan 95%

Diameter Batang. Hasil analisis statistik terhadap diameter batang tercantum pada Tabel 4. Perlakuan E (Tanah : Kompos Kulit Kopi (2:1) + Urin Kelinci) mempunyai diameter lebih besar dibandingkan perlakuan lain pada umur 8 msa. Pada umur 12 msa perlakuan F (Tanah : Kompos Kulit Kopi (3:1) + Urin Kelinci) dapat menyamai perlakuan E dalam hal diameter batang. Kompos kulit kopi yang sedikit lambat berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter batang. Seperti halnya pada tinggi tanaman, unsur P yang terdapat pada kompos kulit kopi dan urin kelinci mempengaruhi pertumbuhan diameter batang. Unsur P sebagai komponen koenzim, fosfolipid dan asam nukleat (Taiz dan

Zeiger, 2006) yang mempengaruhi pembelahan sel sehingga berpengaruh besar dalam proses pembelahan sel.

Tabel 4. Rata-Rata Diameter Batang pada Umur 4,8 dan 12 msa

Perlakuan	Diameter Batang (cm)		
	4 msa	8 msa	12 msa
A	0.04	0.09 a	0.11 a
B	0.04	0.08 a	0.13 ab
C	0.04	0.10 a	0.15 ab
D	0.06	0.09 a	0.16 bc
E	0.06	0.13 b	0.19 c
F	0.05	0.11 ab	0.20 c
G	0.05	0.07 a	0.13 ab
H	0.03	0.08 a	0.14 ab
I	0.04	0.07 a	0.14 ab
J	0.04	0.09 a	0.17 bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf kepercayaan 95%

Tabel 5. Rata-Rata Jumlah Daun pada Umur 4,8 dan 12 msa

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)		
	4 msa	8 msa	12 msa
A	1.00	1.08	1.42 a
B	1.17	1.58	3.75 abcd
C	1.50	2.17	3.42 abc
D	1.50	2.42	5.75 bcd
E	2.50	3.33	6.00 cd
F	2.08	3.00	6.42 d
G	0.75	2.17	2.92 ab
H	0.83	2.50	4.92 bcd
I	1.08	2.83	5.67 bcd
J	1.33	2.92	5.42 bcd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf kepercayaan 95%

Jumlah Daun. Hasil analisis statistik pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan baru terlihat pada umur 12 msa. Perlakuan F (Tanah : Kompos Kulit Kopi (3:1) + Urin Kelinci) memberikan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan A, C dan G tetapi sama dengan perlakuan lainnya. Kadar air kompos kulit kopi lebih tinggi dibandingkan dengan kompos daun, sehingga mampu menyediakan bahan fotosintesis lebih banyak. Hasil fotosintesis tersebut dapat digunakan untuk pertumbuhan daun Air juga berfungsi menjadikan hara dalam media menjadi tersedia dalam bentuk kation dan

Tabel 6. Bobot Kering Akar, Volume Akar, Panjang Akar, Luas Daun dan Bobot Kering Bibit pada umur 12 msa

Perlakuan	Bobot Kering Akar (g)	Volume Akar (ml)	Panjang Akar (cm)	Luas Daun (Cm ²)	Bobot Kering Tanaman (g)
A	1.73	8.67 bcd	30.70	43.87 a	4.75
B	2.08	8.00 bc	26.50	62.32 abc	7.70
C	2.19	10.67 cd	31.07	77.75 bc	7.36
D	2.28	12.33 d	28.97	80.56 c	10.23
E	2.33	8.67 bcd	37.50	73.49 bc	8.94
F	1.93	8.33 bcd	27.97	69.80 bc	9.34
G	1.52	4.00 a	26.47	47.12 a	6.36
H	1.72	9.00 bcd	33.67	56.69 ab	7.47
I	2.14	6.00 ab	30.33	46.66 a	9.82
J	1.89	5.67 ab	27.80	57.64 ab	8.17

anion. Kemasaman urin kelinci yang mendekati netral membuat unsur hara menjadi lebih tersedia untuk tanaman, sehingga unsur hara yang ada dapat digunakan bibit kopi untuk pembentukan daun. Perlakuan F tidak berbeda dengan perlakuan B yang artinya dapat menyamai penggunaan pupuk anorganik.

Bobot Kering Akar, Volume Akar, Panjang Akar, Luas Daun dan Bobot Kering Bibit. Hasil analisis statistik pada Tabel 6 menunjukkan tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap bobot kering akar, volume akar dan bobot kering tanaman. Perbedaan signifikan terdapat pada volume akar dan luas daun. Perlakuan D (Tanah : Kompos Daun (3:1) + Urin Kelinci) memiliki volume akar dan luas daun tertinggi. Hal ini dapat disebabkan kandungan N dan K yang tinggi pada kompos daun. Kedua unsur tersebut berperan dalam pembentukan klorofil dan mempertahankan turgor sel (Taiz dan Zeiger 2006). Dengan demikian luas daun menjadi lebih baik. Tekstur kompos daun diduga mampu menyebabkan pertumbuhan akar yang baik, sehingga volume akar menjadi besar.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan :

1. Media tanah dan kompos kulit kopi (2:1 ataupun 3:1) dan urin kelinci berpengaruh paling baik pada tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun
2. Media tanah dan kompos daun (3:1) dan urin kelinci berpengaruh paling baik pada volume akar dan luas daun

3. Media tanah : kompos kulit buah kopi (2:1) dan Urin sapi hanya berpengaruh baik pada variable tinggi tanaman .

Saran. Perlu dianalisis struktur dan kesuburan kimia media tanam saat akhir percobaan sehingga lebih jelas peranan kompos kulit buah kopi, kompos daun, urin sapi atau urin kelinci.

Daftar Pustaka

- Abdolzadeh, A., X. Wang, E. J. Veneklaas,² and H Lambers² . 2010. Effects of phosphorus supply on growth, phosphate concentration and cluster-root formation in three *Lupinus* species. 2010 Mar; *Annals of Botany*. 105(3): 365-374. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2826247/#MCP297C30> diakses tanggal 1 Februari 2017
- C de Oliveira, N.L., M. Puiatti, R. Henrique S Santos, P. R. Cecon and P. H. R. Rodrigues. 2009. Soil and leaf fertilization of lettuce crop with cow urine. *Abstract. Hort. Bras.* vol.27 no.4 Brasília Oct./Dec. 2009. <http://www.scielo.br/scielo.php> Diakses tanggal 21 Februari 2015
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia (Kopi). Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Hartono. 2013 . Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar di Dunia. Siaran Pers <http://www.kemenperin.go.id/artikel/6611/Produksi-Kopi-Nusantara-Ketiga-Terbbesar-Di-Dunia> Diakses pada tanggal 24 Februari 2016
- Nugraheni, E.D. dan Paiman. 2010 . Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Urin Kelinci terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill)

- <http://upy.ac.id/agroteknologi/files/PENGARUH%20KONSENTRASI%20DAN%20FREKUENSI%20PEMBERIAN%20PUPUK%20URIN%20KELINCI%20TERHADAP%20PERTUMBUHAN%20DAN%20HASIL%20TOMAT.pdf>. Diakses pada tanggal 21 Februari 2015.
- Prastowo B., E. Karmawati, Rubijo, Siswanto, C. Indrawanto, dan S. J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Pusat Penelitian Perkebunan. http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2012/08/perkebunan_budidaya_kopi.pdf. Diakses tanggal 2 Februari 2017
- Rahardjo, P. 2013. Kopi (Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta). Penebar Swadaya.
- Rinekso K. B., E. Sutrisno, dan S. Sumiyati. 2011. Studi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Fermentasi Urine Sapi (Ferisa) dengan Variasi Lokasi Peternakan yang Berbeda. eprints.undip.ac.id/42243/1/JURNAL.docx. Diakses tanggal 21 Februari 2015
- Rosniawaty, S., R. Sudirja dan H. Afrianto. 2015. Pemanfaatan Urin Kelinci dan Urin Sapi sebagai Alternatif Pupuk Organik Cair pada Pembibitan Kakao (*Theobroma cacao* L.). Jurnal Kultivasi. Volume 14 No 1. Maret 2015.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesian With Western Nem Duinee. Djulie. Bogor.
- Setyanto, N.W., L. Riawati dan R. P. Lukodono. 2014. Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik Berbahan Baku Kotoran Kelinci. JEMIS Vol. 2 No. 2 Tahun 2014. Published online at <http://JEMIS.ub.ac.id/>
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Sianuer Associates, Inc., Publisher. Sunderland, Massachusetts.

Afiifah, D. · W. Sutari · Kusumiyati · E. Suminar · S. Mubarak

Efektifitas 1-Methylcyclopropene (1-MCP) terhadap ketahanan simpan bunga potong mawar (*Rosa hybrida hort.*)

The effectiveness of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the flower longevity of cut rose (*Rosa hybrida hort.*)

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Rose (*Rosa hybrida Hort.*) is one of popular ornamental plants and lot of interest among the public. But, one of problems often cut roses is short of flower longitivity. The purpose of this experiment is to obtain the optimum concentration of 1-MCP and time of 1-MCP incubation in maintaining the freshness of cut roses. This experiment was conducted in Horticulture Laboratory Padjadjaran University on December 2016 with Completely Randomized Design of 7 treatments and repeated were: control (without 1-MCP), 1-MCP application 0.1, 0.5, and 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ for 6 hours application, 0.1, 0.5, and 1 for 24 hours for application. The result showed that 1-MCP application for 24 hours gave the best result in maintaining the vase live cut flower to 9.67 days.

Keywords: Vase life · Cut flowers white roses cv. Avalance · 1-MCP

Sari Mawar (*Rosa hybrida Hort.*) merupakan salah satu tanaman hias yang populer dan banyak diminati di kalangan masyarakat. Namun, salah satu permasalahan yang sering dialami oleh produsen dan konsumen mawar adalah daya simpan nya yang cukup singkat. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi 1-MCP serta lama aplikasi yang tepat dalam mempertahankan kesegaran bunga mawar potong. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura Universitas Padjadjaran pada bulan Desember 2016 dengan menggunakan Rancangan Acak

Lengkap pola Sederhana dari tujuh perlakuan yaitu kontrol, pemberian 1-MCP 0.1, 0.5, dan 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ yang diberikan selama 6 jam, serta 0.1, 0.5, dan 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ yang diberikan selama 24 jam. Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam memberikan hasil terbaik dengan mempertahankan lama segar bunga potong mawar cv Avalance putih selama 9.67 hari.

Kata kunci: Lama kesegaran · Bunga potong mawar cv. Avalance putih · 1-MCP

Pendahuluan

Mawar (*Rosa hybrida Hort.*) merupakan salah satu tanaman hias yang populer dan banyak diminati di kalangan masyarakat. Mawar potong sering digunakan untuk kegiatan keagamaan, acara pernikahan, syukuran dan acara lainnya (Tejasarwana dan Rahardjo, 2009). Beragam kegunaan dari bunga ini memperlihatkan bahwa bunga mawar memiliki nilai ekonomi dan sosial yang tinggi sehingga bunga ini memiliki prospek yang cukup baik apabila dikembangkan dan dijadikan komoditas perdagangan. Permasalahan yang sering dialami oleh produsen maupun konsumen bunga potong, khususnya bunga mawar adalah lamanya daya simpan bunga yang sangat singkat. Umumnya, setelah panen, mawar memiliki masa kesegaran selama 4-5 hari (Nofriati, 2005). Singkatnya masa segar bunga merupakan kendala utama produk bunga potong yang menyebabkan lama waktu simpan sangat singkat.

Penurunan kualitas setelah panen tidak dapat dihindari karena hasil panen mendapatkan bahan respirasi dan transpirasi hanya dari bagian yang telah dipanen. Namun,

Dikomunikasikan oleh Santi Rosniawaty

Afiifah, D¹ · W. Sutari² · Kusumiyati² · E. Suminar² · S. Mubarak²

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unpad

²Departemen Budidaya, Fakultas Pertanian, Unpad
Korespondensi: syariful.mubarak@unpad.ac.id

penurunan kualitas dapat diperlambat dengan penanganan pasca panen yang tepat, salah satunya adalah dengan pemberian senyawa kimia. Salah satu bahan kimia yang sudah sering digunakan dalam pengawetan bunga potong adalah 1-methylcyclopropene (1-MCP).

1-MCP sudah sering digunakan pada komoditas hortikultura untuk menghambat efek dari etilen dalam meningkatkan ketahanan simpan pasca panen, seperti pada tanaman tomat (Moretti *et al.*, 2002). Akan tetapi konsentrasi optimum 1-MCP untuk setiap tanaman tersebut berbeda-beda. Kebutuhan bunga terhadap 1-MCP berbeda-beda tergantung dari stadia bunga tersebut. Menurut Sisler *et al.*, (1996), bunga carnation yang tua membutuhkan 1-MCP dengan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mempertahankan masa hidupnya. Dengan melihat efeknya penggunaan 1-MCP untuk meningkatkan ketahanan simpan beberapa komoditas hortikultura, maka dalam percobaan ini akan dicoba penggunaan 1-MCP pada bunga mawar potong dengan harapan diperolehnya konsentrasi optimum untuk setiap stadia pertumbuhan bunga, yang pada akhirnya dapat dijadikan acuan penanganan pasca panen mawar *Rosa hybrida*.

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Bahan tanaman yang digunakan adalah bunga mawar potong cv. Avalanche putih yang masih kuncup dan didapatkan dari petani mawar Cihideung dengan pangjang tangkai 50 cm. Bahan lain yang digunakan adalah serbuk 1-MCP dengan beberapa konsentrasi yang berbeda, kertas tisu, dan air. Alat yang digunakan adalah ruang kaca kedap udara dengan volume 60 L, botol kaca bekas, gelas ukur, dan alat tulis.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tujuh perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 21 plot percobaan. Setiap plot percobaan terdiri dari satu tangkai bunga potong mawar. Rancangan perlakuan 1-MCP terdiri dari:

- A: 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP (kontrol)
- B: 0.1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 6 jam
- C: 0.5 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 6 jam

- D: 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 6 jam
- E: 0.1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam
- F: 0.5 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam
- G: 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam.

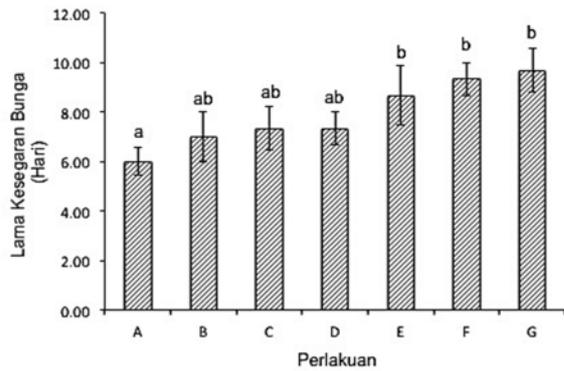
Ujung tangkai bunga diberi kertas tisu yang sudah dibasahi untuk menjaga kesegaran bunga selama aplikasi 1-MCP kemudian disimpan dalam ruang kaca kedap udara. Sebelum ditutup, 1-MCP berbagai konsentrasi dalam wadah kecil dimasukkan ke dalam ruang kaca tersebut kemudian diberi beberapa tetes air. Ruang kaca ditutup dan setiap ujungnya dilapisi solatip untuk menghindari adanya udara yang keluar atau masuk. Setelah 6 dan 24 jam, bunga di keluarkan dan disimpan dalam botol kaca yang telah berisi 500 mL air.

Hasil dan Pembahasan

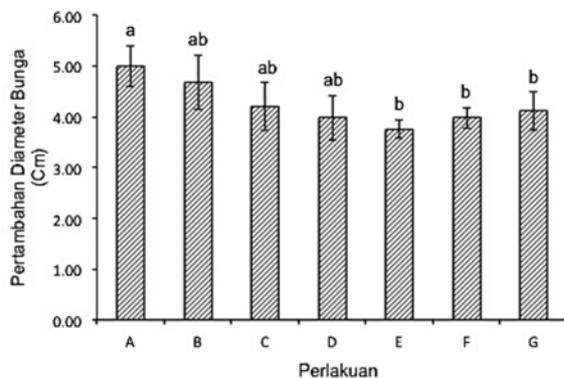
1-MCP merupakan senyawa volatil yang dapat menghambat aktivitas etilen (Ichimura *et al.*, 2002). Menurut Environmental Protection Agency (2002), 1-MCP sering digunakan pada komoditas hortikultura karena senyawa ini tidak bersifat racun. Penggunaan 1-MCP sebaiknya dengan konsentrasi sekecil mungkin, yang tentunya harus dikombinasikan dengan waktu yang lebih lama sehingga dapat menghemat biaya (Setyadjit *et al.*, 2012).

Lama Kesegaran Bunga (hari). Hasil analisis aplikasi 1-MCP dengan beberapa konsentrasi dan lama inkubasi sebagaimana disajikan pada gambar 1 menunjukkan bahwa aplikasi 1-MCP dapat mempertahankan kesegaran bunga mawar potong cv. Avalanche. Hal tersebut diduga karena 1-MCP mengikat reseptor etilen. Konsentrasi 1-MCP harus tepat untuk memenuhi reseptor dan perlakuan harus pada waktu yang cukup lama agar gas menembus jaringan tanaman (Blankenship, 2001).

Berdasarkan gambar 1, pemberian 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam (perlakuan G) memberikan hasil terbaik dengan mempertahankan kesegaran bunga paling lama. Namun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan pemberian 1-MCP dengan durasi aplikasi yang sama lainnya (perlakuan E dan F). Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu aplikasi 1-MCP, semakin lama juga efektifitas 1-MCP dalam mempertahankan vase life bunga mawar potong. Sehingga, pada gambar 1 menunjukkan bahwa aplikasi 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam dapat mempertahankan vase life bunga 70.55% lebih lama daripada tanpa aplikasi 1-MCP.



Gambar 1. Pengaruh kombinasi konsentrasi dan durasi pemberian 1-MCP terhadap lama keseharian bunga mawar potong (hari). Nilai rata-rata ± SE yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%



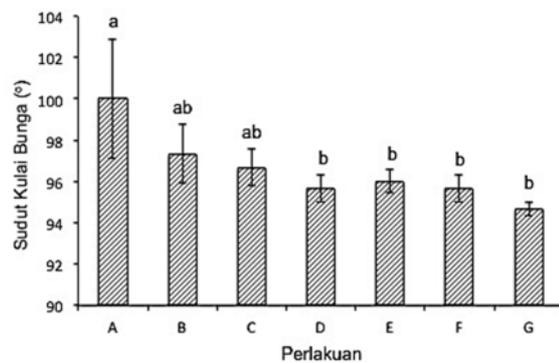
Gambar 2. Pengaruh kombinasi konsentrasi dan durasi pemberian 1-MCP terhadap pertambahan diameter bunga mawar potong. Nilai rata-rata ± SE yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Eksresi gen untuk reseptor etilen meningkat dengan penuaan bunga pada beberapa tanaman seperti tomat (Payton *et al.*, 1996) dan kacang polong (Orzaez *et al.*, 1999). Hal tersebut menimbulkan kemungkinan bahwa reseptor etilen tetap tersintesis selama penuaan bunga. Maka, diduga reseptor etilen yang telah terikat oleh 1-MCP mungkin tergantikan oleh sintesis reseptor yang baru dan reseptor tersebut dapat terikat oleh etilen kembali (Ichimura *et al.*, 2002). Hal tersebut yang menyebabkan bunga tetap layu.

Pertambahan Diameter Bunga (cm). Dari Gambar 2 terlihat bahwa perlakuan A (kontrol) paling cepat mengalami pertambahan diameter. Sedangkan perlakuan yang dapat memperlambat pertambahan diameter bunga adalah perlakuan E (0.1 µL L⁻¹ 1-MCP selama 24 jam), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan F dan G. Hal tersebut membuktikan bahwa pemberian 1-MCP

mampu memperlambat pertambahan diameter bunga. Sejalan dengan hasil percobaan Ait-Oubahou *et al* (2003) bahwa 1-MCP mampu mempertahankan berat bunga, diameter, dan vase life bunga potong mawar 'Marlyse'.

Sudut Kulai Bunga (°). Salah satu syarat mutu bunga potong mawar yaitu kuntum yang tegak. Maka dari itu, setiap kuntum yang mulai membengkok sudah mengalami penurunan kualitas. Secara visual, pelayuan bunga ditandai dengan pelayuan mahkota bunga, meningkatnya sudut kulai bunga dan juga pelayuan dari bunga cakrahnya (Suradinata, 2012).



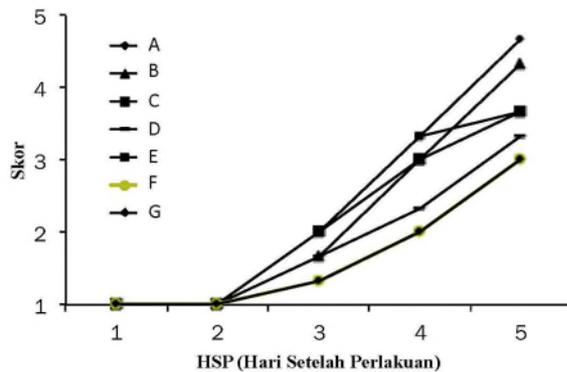
Gambar 3. Pengaruh kombinasi konsentrasi dan durasi pemberian 1-MCP terhadap sudut kulai bunga mawar potong. Nilai rata-rata ± SE yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pemberian 1 µL L⁻¹ 1-MCP selama 24 jam (perlakuan G) mampu memperlambat kulai bunga. Namun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan pemberian 1 µL L⁻¹ 1-MCP selama 6 jam (perlakuan D), serta pemberian 0,1 dan 0,5 µL L⁻¹ 1-MCP selama 24 jam. Hasil tersebut sangat berbeda nyata dengan perlakuan A (kontrol) yang menunjukkan perubahan sudut kulai bunga yang sangat cepat.

Skor Kelayakan Bunga. Skoring dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi selama penyimpanan. Perubahan tersebut dapat berupa perubahan warna bunga, rontoknya daun, rontoknya kelopak bunga, dan perubahan diameter bunga atau stadia kemekaran bunga.

Pada perlakuan tanpa 1-MCP skor kelayakan bunga dari 1 HSP sampai 5 HSP mengalami peningkatan skor yang paling cepat. Sedangkan aplikasi 0.5 µL L⁻¹ dan 1 µL L⁻¹ 1-MCP selama 24 jam mengalami peningkatan skor yang paling lambat. Berdasarkan Gambar 4, pemberian 1-MCP dapat menekan kerusakan

bunga potong mawar cv Avalance putih selama penyimpanan.



Gambar 4. Perubahan skor kelayakan bunga potong mawar cv. Avalance putih

Keterangan:

Skor: 1. Bunga segar; 2. Bunga $\frac{3}{4}$ mekar; 3. Bunga mekar sempurna, daun mulai rontok; 4. Daun mulai rontok, bunga mulai kulai; 5. Bunga kulai / kelopak bunga rontok / browning

Kerusakan yang terjadi pada percobaan ini berupa perubahan warna bunga menjadi pudar, browning, dan sudut kulai bunga $>130^\circ$. Salah satu persyaratan umum dari bunga potong mawar menurut Badan Standar Nasional Indonesia (2016) adalah memiliki daun $\frac{2}{3}$ panjang tangkai lengkap dan sehat. Sehingga, apabila daun tidak memenuhi syarat maka dapat disebut bahwa bunga tersebut mengalami penurunan kualitas.

Pada konsentrasi $0,25 \mu\text{L L}^{-1}$, 1-MCP sudah mampu menghambat perubahan warna bunga, mencegah pelayuan bunga dan mempertahankan kesegaran bunga krisan potong 'Yellow Fiji' (Mubarok, 2012). Hasil penelitian Hasan dan Ali (2014), menunjukkan bahwa aplikasi 1-MCP pada bunga gladiol dapat memperlambat laju penurunan berat segar bunga, kandungan air, kandungan klorofil pada daun gladiol, persentase karbohidrat pada daun gladiol, dan produksi etilen pada bunga gladiol.

Proses kelayuan dipengaruhi oleh adanya etilen. Menurut Salsabila dan Juang (2013), bunga yang memiliki vase life yang lebih lama diduga memiliki kemampuan memproduksi etilen yang rendah dalam proses metabolismenya. Etilen juga dapat menyebabkan bunga mawar kultivar "Royalty" mekar seperti bintang (Reid *et al.*, 1988). Konsentrasi etilen yang rendah, sudah mampu mempercepat mekarnya beberapa kultivar

mawar. Menurut Ella *et al.* (2003), etilen menyebabkan degradasi klorofil sehingga daun cepat mengalami penuaan.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil percobaan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi $1 \mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam mampu mempertahankan kesegaran bunga mawar potong cv. Avalance putih 70.55% lebih lama (9.67 hari) daripada tanpa 1-MCP (5.67 hari).
2. Aplikasi 0.5 dan $1 \mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP selama 24 jam mampu memperlambat laju kerusakan bunga potong mawar cv. Avalance putih.

Daftar Pustaka

- Ait-Oubahou, A. Mokhtari, M. and El-Mellouki, A. 2003. Effect of 1-MCP on the quality and vase life of cut roses cv. 'Marlyse'. p. 408-411. In: M. Vendrell, H. Klee, J.C. Pech and F. Romojaro (eds.), Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene III. IOS Press, Amsterdam.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2016. Standar nasional Indonesia mawar potong. SNI 4492
- Blankenship, S. 2001. Ethylene effect and the benefits of 1-MCP. No.108. ucanr.edu diakses pada Kamis, 27 Oktober 2016
- Ella, E.S., N. Kawano, Y. Yamauchi, K. Tanaka, A.M. Ismail. 2003. Blocking ethylene perception enhances flooding tolerance in rice seedlings. *Funct. Plant Biol.* 30:813-819
- Environmental Protection Agency. 2002. Biopesticide registration action document 1-methylcyclopropene. PC Code 224459
- Hassan, F.A.S. dan E. Ali. 2014. Physiological response of gladiolus flowers to anti-ethylene treatments and their relation to senescence. *International Journal of Advanced Research.* Vol.2(10). P: 188-199
- Ichimura, K. S. Hiroko., and H. Toshihiko. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the vase life of cut carnation, Delphinium and sweet pea flowers. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 2: 1-8
- Moretti, C.L. Alessandra, L.A. Waldir, A.M. Washington, L.L.Silva. 2002. 1-Methylcyclopropene delays tomato fruit

- ripening. *Horticultura Brasileira*. Vol.20(4): 659-663
- Mubarok, S. 2012. Kualitas bunga krisan potong 'Yellow Fiji' sebagai respon dari aplikasi 1-Methylcyclopropene. *J.Agrivigor*. Vol.11(2). P:244-250
- Nofriati, D. 2005. Kajian sistem pengemasan bunga mawar potong (*Rosa hybrida*) selama penyimpanan untuk memperpanjang masa pajangan. Bogor
- Orzaez, D. R. Blay. dan A., Granell. 1999. Programme of senescence in petals and carpets of *Pisum sativum* L. flowers and its control by ethylene. *Planta*. Vol.208: 220-226
- Payton, S. R.G. Fray. S.Brown. dan D. Grierson. 1996. Ethylene receptor expression is regulated during fruit ripening, flower senescence and abscission. *Plant Mol. Biol.* 31:1227-1231
- Reid, M.S. Linda, L. D. Yoram, M. Richard, Y. E. 1988. Effects of ethylene on rose opening. *These Proceedings*
- Salsabila, Ilsa dan Juang, G. Kartika. 2013. Aplikasi 1-Methylcyclopropene untuk meningkatkan vase life bunga potong *Tapeinochilos anannaceae* K.Schum. *Bul. Agrohorti*. Vol 1(4).P: 101-110
- Setyadjit. Ermi, Sukasih. dan Asep, W. Permana. 2012. Aplikasi 1-MCP dapat memperpanjang umur segar komoditas hortikultura. *Bul. Teknol. Pascapanen Pertanian*. Vol.8(1): 27-34
- Sisler, E. C. E. Dupille. dan M, Serek. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylene-cyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnation. *Plant Growth Regul.* 18: 79-86
- Suradinata, Y.Rochayat. 2012. Penggunaan benzyl amino purine (BAP) untuk meningkatkan kesegaran bunga krisan. *J.Agrivigor*. Vol. 11(2): 223-229
- Tejasarwana, R. dan I.B. Rahardjo. 2009. Pengaruh formula pupuk dan jarak tanam terhadap hasil dan kualitas bunga mawar potong. *J.Hort.* Vol. 19(3). P: 287-293

Onggo, T.M. · Kusumiyati · A. Nurfitriana

Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat kultivar 'Valouro' hasil sambung batang

The effect of the addition of rice husk charcoal and polybag size on growth and yield of grafted tomato plant Valouro cultivar

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017

©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract Beef tomato is a high economic value horticultural commodity, the plant is sensitive to soilborne disease. Grafting technology is done to protect the plant toward soilborne disease to be possible to produced fruit in good quality. Planting in polybag inside plastic house was intended for planting tomatoes continuously. Rice husk charcoal as a soil amendment applied to improved the Jatiningor Inceptisol soil. The purpose of this research was to study the composition of the addition of rice husk charcoal and polybag size to improved growth and yield of grafted beef tomato, Valouro cultivars. The research was carried out in August 2015 up to January 2016 in the plastic house of Controlled Culture Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Padjadjaran, Jatiningor. The experimental design used was factorial randomize block design, consisted of two factors and three replications. The first factor was the polybag size: 30 x 35 cm, 35 x 35 cm, and 35 x 40 cm. The second factor was the addition of rice husk charcoal: without the additional (controlled), 10% (v/v), and 20% (v/v). The results showed that there were no interaction effects between the two treatment on all parameters observed. The biggest polybag size (35 x 40 cm) increased the plant heigh and percentage of number and weight of A class fruit quality and decreased the percentage of number and weight of C class fruit quality. The addition of rice husk charcoal 20% (v/v) affected on smaller stem diameters.

Keywords: Beef tomato · Growth · Yield · Fruit quality

Dikomunikasikan oleh Yudithia Maxiselly

Onggo, T.M. · Kusumiyati · A. Nurfitriana

¹ Departemen Budidaya, Fakultas Pertanian, Unpad

² Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unpad

Korespondensi: tinong2002@yahoo.com

Sari Tanaman tomat *beef* merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang peka terhadap penyakit tular-tanah. Penerapan teknologi sambung batang dilakukan untuk melindungi tanaman dari serangan penyakit tersebut sehingga dapat menghasilkan buah dengan kualitas yang optimal. Penanaman dalam *polybag* dimaksudkan agar rumah plastik dapat digunakan untuk penanaman tomat secara kontinyu. Arang sekam sebagai salah satu bahan pembenah tanah diaplikasikan untuk perbaikan tanah Inceptisol Jatiningor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi penambahan bahan pembenah arang sekam dan ukuran *polybag* yang berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat *beef* kultivar Valouro hasil sambung batang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 sampai Januari 2016 di dalam rumah plastik Laboratorium Kultur Terkendali, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatiningor. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu ukuran *polybag*: 30x35 cm, 35x35 cm, dan 35x40 cm; faktor kedua yaitu penambahan bahan pembenah arang sekam: tanpa penambahan (kontrol), 10% (v/v) arang sekam, dan 20% (v/v) arang sekam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan ukuran *polybag* dan penambahan arang sekam terhadap semua parameter pengamatan. Ukuran *polybag* terbesar (35x40 cm) berpengaruh meningkatkan tinggi tanaman dan persentase jumlah dan bobot buah kualitas A sebaliknya menurunkan persentase jumlah dan bobot buah kualitas C, sedangkan pada penambahan arang sekam 20% (v/v) diameter batang menjadi lebih kecil.

Kata kunci : Tomat *beef* · Pertumbuhan · Hasil · Kualitas buah

Pendahuluan

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang paling banyak dikonsumsi di dunia dan bernilai ekonomi tinggi. Buah tomat dimanfaatkan sebagai sumber vitamin dan mineral. Buah tomat umumnya dikonsumsi dalam bentuk segar, dapat juga dikonsumsi dalam bentuk olahan.

Tomat *beef* merupakan salah satu varietas tomat eksklusif yang dapat menjadi peluang bisnis. Ukuran buah yang besar (170 g hingga 227 g per-buah) (Hochmuth and Hochmuth, 2012) serta tekstur keras dan renyah adalah karakteristik utama bagi varietas ini, selain memiliki harga jual yang tinggi dan stabil, buah juga memiliki daya simpan lebih lama. Pemanfaatan tomat *beef* secara umum adalah sebagai sayuran segar, garnish atau penghias makanan dan irisan pada burger.

Salah satu kendala utama penanaman tanaman tomat *beef* di Indonesia adalah tanaman peka terhadap penyakit tular tanah (*soil-borne disease*) yaitu penyakit layu yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* atau jamur *Fusarium oxysporium*. Peningkatan kualitas tanaman dan hasil yang seragam dapat dihasilkan dengan teknologi hidroponik tetapi membutuhkan modal yang cukup besar.

Kepekaan tomat *beef* terhadap penyakit tular tanah dapat diatasi secara efektif oleh penggunaan teknik sambung batang. Pada teknik sambung batang, batang bawah secara spesifik memberikan pengaruh resistensi terhadap penyakit tular tanah dan nematoda, sedangkan sambungan pada batang atas berfungsi dalam mempertahankan hasil produksi tanaman (Kubota, *et al.*, 2008). Penelitian yang dilakukan Rivard and Louws (2006) menunjukkan bahwa penggunaan teknik sambung batang menggunakan batang bawah yang resisten mampu mengurangi layu bakteri secara signifikan serta mampu menjaga kualitas buah tomat tetap baik meskipun ditanam di tanah yang terinfeksi. Saat ini perusahaan benih 'Rijk Zwaan' telah memasarkan bibit sambung batang dari berbagai kultivar tomat di Indonesia.

Penanaman tanaman tomat dalam rumah plastik membutuhkan rotasi tanam karena tanah dan lahan yang dipakai tidak berpindah, oleh karena itu penggunaan wadah media tanam berupa *polybag* dapat dijadikan sebagai alternatif

untuk menjaga produktivitas lahan di dalam rumah plastik terhadap tanaman tomat. Penggunaan *polybag* ini bertujuan untuk dapat mengganti media, sehingga penanaman tomat dalam rumah plastik dapat dilakukan secara terus menerus dan meminimalisir perpindahan penyakit melalui tanah.

Perakaran merupakan sandaran utama pada tanaman tomat dalam menunjang aerasi fotosintat dan kerja hormon tumbuhan. Keseimbangan antara perakaran dan tunas tanaman sulit terjadi ketika sistem perakaran dibatasi dalam volume media tumbuh yang sempit. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh ukuran media dan perpanjangan batas akar (NeSmith and Duval, 1998). Menurut Agoes (1994), untuk menghasilkan media tanam yang sesuai dengan perakaran tanaman memerlukan kombinasi beberapa bahan dan disesuaikan dengan jenis tanaman. Penggunaan ukuran dan komposisi media tanam yang sesuai akan mempengaruhi jangka waktu daya tumbuh tanaman.

Meta-analisis yang dilakukan oleh Poorter *et al.* (2012) menunjukkan adanya pengaruh ukuran pot terhadap pertumbuhan tanaman. Penggantian ukuran media mampu meningkatkan 43% biomassa tanaman. Penelitian oleh Wasonowati (2010) menunjukkan bahwa perlakuan ukuran *polybag* berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, bobot basah dan bobot kering batang dan daun pada tanaman tomat. Hasil pengujian terhadap *polybag* dengan tiga ukuran 30 x 30 cm, 30 x 40 cm, dan 40 x 40 cm menunjukkan bobot basah dan bobot kering tertinggi terdapat pada ukuran *polybag* terbesar 40 x 40 cm. Ukuran *polybag* yang biasa digunakan pada penanaman tomat dengan sistem hidroponik di Jatinangor adalah 30cm x 30cm.

Penyediaan campuran media tanam yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman sangat penting untuk kualitas produksi tanaman hortikultura. Secara umum, tanah Inceptisols seperti yang ada di Jatinangor memiliki kesuburan dan sifat kimia yang relatif rendah tetapi masih dapat diupayakan untuk ditingkatkan dengan penanganan dan teknologi yang tepat (Sudirja, dkk., 2007). Arang sekam merupakan bahan pembenah tanah yang mampu memperbaiki sifat-sifat tanah dalam upaya rehabilitasi lahan dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Supriyanto dan Fiona, 2010). Penambahan arang sekam ke dalam

media tanam tanah Inceptisols yang memiliki drainase buruk dapat meningkatkan ruang pori total dan mempercepat drainase air tanah (Kusuma dkk., 2013).

Penelitian mengenai penambahan arang sekam ke dalam media tanam sebagai pembenah tanah dengan perbandingan 1:1 oleh Gustia (2013), menunjukkan hasil tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, bobot basah, dan bobot konsumsi tertinggi pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Sementara itu, penelitian oleh Syahid, dkk. (2014) menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan arang sekam dan kompos kotoran kambing terhadap tinggi tanaman, bobot segar hasil, dan bobot kering tanaman segau (*Vernonia cinerea*) saat panen.

Penambahan bahan pembenah tanah arang sekam dan ukuran *polybag* yang tepat perlu dikaji lebih lanjut pada penanaman tomat *beef* kultivar Valouro hasil sambung batang dalam rumah plastik untuk melihat pengaruh yang lebih baik pada pertumbuhan, hasil dan kualitas hasil tanaman.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di rumah plastik Laboratorium Kultur Terkendali Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, dengan ketinggian 730 m di atas permukaan laut, dilaksanakan dari bulan Agustus 2015 sampai dengan Januari 2016.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah ukuran *polybag* (P) terdiri dari tiga taraf, yaitu p_1 (30 x 35cm), p_2 (35 x 35 cm), dan p_3 (35 x 40 cm). Faktor kedua adalah volume penambahan bahan pembenah tanah arang sekam (A) terdiri dari tiga taraf, yaitu a_0 (tanpa arang sekam), a_1 (arang sekam 10% (v/v)), dan a_2 (arang sekam 20% (v/v)). Setiap plot terdiri dari 10 tanaman. Jumlah sampel tiap plot 4 tanaman untuk pengamatan pertumbuhan dan data hasil diambil dari keseluruhan tanaman dalam plot.

Bibit tomat yang digunakan adalah Kultivar Valouro hasil sambung batang dari perusahaan benih 'Rijk Zwaan', sedangkan media tanam terdiri dari campuran tanah Inceptisol dan kompos (70:30) v/v, dan arang sekam sesuai perlakuan. Selama jangka waktu tanam diaplikasikan pupuk dan pestisida,

antara lain: pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan 25:7:7, pupuk "Grow More", KNO_3 dan pupuk larutan Jatinangor 2, insektisida dengan bahan aktif metomil dan acetamiprid, serta fungisida berbahan aktif fenarimol dan mefenomax/mankozeb. Pengamatan hasil pada penelitian ini dilakukan hingga produksi 8 tandan buah per tanaman.

Pengamatan pertumbuhan meliputi: tinggi tanaman (cm), jumlah daun, dan diameter batang (cm). Pengamatan hasil dan kualitas meliputi: jumlah buah (butir) dan bobot buah (g) per plot, persentase jumlah dan bobot buah layak pasar (LP) dan tidak layak pasar (TLP) dan persentase berdasarkan kelas kualitas buah. Pengaruh perlakuan diuji dengan uji F dengan taraf nyata 5%, sedangkan untuk menguji perbedaan nilai rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengamatan Pertumbuhan Tanaman. Data hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan ukuran *polybag* dan penambahan arang sekam pada semua komponen pertumbuhan dan hasil, namun terdapat pengaruh mandiri dari masing-masing faktor.

Hasil analisis data pada Tabel 1. menunjukkan bahwa pada pengamatan 2 - 8 MST (minggu setelah tanam) perubahan tinggi tanaman baru terlihat pada umur 8 MST, diduga karena hara tanaman yang berasal dari kompos baru optimal diserap akar tanaman pada waktu pengamatan tersebut.

Polybag ukuran terbesar memperlihatkan tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kedua ukuran *polybag* lainnya yang lebih kecil. Perbedaan yang signifikan dapat terjadi pada perlakuan ukuran *polybag* karena semakin besar *polybag* yang digunakan, maka akan semakin besar pula muatan volume media di dalamnya sehingga perakaran tanaman lebih mudah berkembang dan daya topang tanah terhadap tanaman lebih kuat. Pada *polybag* yang lebih besar juga memiliki volume campuran kompos yang lebih banyak, sehingga kandungan media tanam secara biologis dan kimiawinya juga lebih baik dibandingkan pada *polybag* yang lebih kecil ukurannya (Ghorbani, dkk., 2008).

Pada pengamatan diameter batang (Tabel 2.) perlakuan ukuran *polybag* tidak berpengaruh

secara nyata diduga karena adanya kecenderungan tanaman percobaan untuk bersifat dominan pada penambahan tinggi tanaman sehingga pengaruhnya kurang terlihat pada pembesaran diameter batang. Dominansi penambahan tinggi tanaman tersebut kemudian menekan aktivitas pembesaran diameter batang sehingga pengaruh ukuran *polybag* hanya terlihat nyata terhadap penambahan tinggi tanaman.

Tabel 1. Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman tomat 2-8 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	2 MST	4MST	6MST	8MST
Ukuran <i>Polybag</i>				
30 x 35 cm	43,3	85,8	133,6	164,1 a
35 x 35 cm	44,3	87,2	135,6	164,9 a
35 x 40 cm	43,6	86,8	137,7	174,4 b
Arang Sekam				
0%	43,0	85,8	135,4	166,8
10%	43,5	87,3	135,4	169,7
20%	44,7	86,7	136,1	166,9

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Perlakuan arang sekam tidak memberikan perbedaan nyata terhadap tinggi tanaman, hal tersebut terjadi karena penambahan arang sekam memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan perkembangan akar dibandingkan bagian tajuknya (Irawan dan Kafiar, 2015). Arang sekam berpengaruh terhadap diameter batang, pada perlakuan penambahan arang sekam terbanyak, memperlihatkan diameter batang dengan ukuran lingkaran terkecil jika dibandingkan hasil penambahan arang yang lebih sedikit dan tanpa penambahan. Penambahan arang sekam seharusnya bersifat menguntungkan karena dapat memperbaiki sifat fisik tanah, akan tetapi karena sifatnya yang porous yang menjadi dugaan bahwa tanaman mengalami kekurangan air sehingga pada penambahan arang sekam terbanyak menunjukkan pertumbuhan diameter batang lebih kecil secara nyata.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya seringkali dibatasi oleh air. Respon tumbuhan terhadap kekurangan air dapat dilihat pada aktivitas metabolisme, morfologi, tingkat pertumbuhan, ataupun produktivitas tanaman tersebut. Pertumbuhan sel merupakan

fungsi tanaman yang paling sensitif terhadap kekurangan air. Kekurangan air akan mempengaruhi turgor sel sehingga akan mengurangi pengembangan sel, sintesis protein dan sintesis dinding sel (Solichatun, dkk. 2005). Penurunan akumulasi biomassa akibat cekaman air untuk setiap jenis tanaman besarnya tidak sama. Keberadaan air juga berpengaruh langsung terhadap aktivitas fotosintesis sehingga erat kaitannya dalam menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tabel 2. Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap diameter batang tanaman tomat 8 MST

Perlakuan	Diameter Batang 8 MST (cm)
Ukuran <i>Polybag</i>	
30 x 35 cm	0,83
35 x 35 cm	0,84
35 x 40 cm	0,85
Arang Sekam	
0%	0,86 b
10%	0,87 b
20%	0,79 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pengamatan Hasil dan Kualitas Hasil. Berdasarkan data pada Tabel 3. dan Tabel 4. menunjukkan bahwa jumlah buah dan bobot buah total per plot dan buah layak pasar (LP) serta tidak layak pasar (TLP) tidak dipengaruhi secara nyata oleh ukuran *polybag*, penambahan arang sekam maupun interaksi keduanya. Data pada Tabel 3. memperlihatkan bahwa genetis tanaman menunjukkan penampakan hasil yang seragam meskipun jumlah maupun bobot buah pada tanaman percobaan hingga pengamatan panen pada tandan ke-8 belum mencapai target potensi genetik tanaman.

Belum tercapainya target hasil sesuai potensi genetik dapat disebabkan oleh faktor eksternal yaitu, pengaruh lingkungan maupun cara budidaya. Salah satu keunggulan tomat *beef* kultivar Valouro yaitu memiliki resistensi terhadap virus namun disamping itu juga memiliki kelemahan yaitu bersifat responsif terhadap pupuk jika dibandingkan dengan jenis tomat *beef* lainnya, sehingga penerapan standar budidayanya lebih intensif. Lingkungan tumbuh tanaman seperti ketinggian tempat dan

temperatur juga mempengaruhi pertumbuhan dan umur tanaman tomat *beef*.

Tabel 3. Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap jumlah dan bobot buah total per plot

Perlakuan	Jumlah Buah/ Plot	Bobot Buah/ Plot (kg)
Ukuran <i>Polybag</i>		
30 x 35 cm	103,33	12,51
35 x 35 cm	99,88	11,97
35 x 40 cm	109,33	14,11
Arang Sekam		
0%	108,68	13,16
10%	105,22	12,93
20%	98,64	12,50

Keterangan: Nilai rata-rata yang tidak diikuti huruf, menyatakan bahwa uji F tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%

Ketidakseimbangan kondisi fisiologis yang terjadi selama percobaan akibat lingkungan yang kurang mendukung tersebut berpengaruh langsung terhadap hasil buah layak dan tidak layak pasar serta berpengaruh tidak langsung terhadap jumlah dan bobot buah total yang dihasilkan (Tabel 4.). Salah satu penyebab utamanya, diduga karena adanya pengaruh kelembaban dan temperatur yang fluktuatif sepanjang proses pembuahan pada umur 4 -14 MST (pengamatan hingga 8 tandan). Kondisi lingkungan daerah Jatinangor dengan temperatur yang cukup tinggi mempercepat proses transpirasi dan respirasi tanaman sehingga tanaman sempat mengalami cekaman kekeringan pada fase pembesaran buah yang rentan cekaman tersebut. Kandungan air yang tidak terpenuhi pada tanaman mengurangi penyerapan dan pelepasan kalsium pada saat pembesaran buah sehingga buah mengalami

Tabel 5. Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap persentase jumlah dan bobot buah

Perlakuan	Jumlah Buah (%)			Bobot Buah (%)		
	A	B	C	A	B	C
Ukuran <i>Polybag</i>						
30 x 35 cm	18,27 a	42,33	39,93 b	23,25 a	43,64	34,10 b
35 x 35 cm	17,10 a	41,08	44,23 b	22,29 a	42,84	37,14 b
35 x 40 cm	25,16 b	46,75	27,65 a	29,99 b	48,95	23,40 a
Arang Sekam						
0%	19,59	43,39	37,59	24,60	45,77	32,65
10%	21,20	39,35	38,69	26,77	40,90	32,82
20%	19,73	47,43	35,53	24,17	48,76	29,17

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

defisiensi kalsium dan meninggalkan bekas berupa *Blossom-end Rot (BER)* (Fake, 2010) yang berpengaruh langsung terhadap buah tidak layak pasar yang dihasilkan.

Tingginya persentase buah tidak layak pasar (mencapai 30%) yang dihasilkan dipengaruhi terutama oleh adanya gangguan fisiologis pada buah selama percobaan berupa BER yang berpengaruh secara nyata mengurangi jumlah dan bobot buah layak pasar (LP) yang dihasilkan.

Tabel 4. Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran *polybag* terhadap persentase jumlah dan bobot buah layak dan tidak layak pasar per-plot

Perlakuan	Jumlah Buah (%)		Bobot Buah (%)	
	LP	TLP	LP	TLP
Ukuran <i>Polybag</i>				
30 x 35 cm	62,23	37,77	71,57	28,43
35 x 35 cm	60,70	39,30	70,33	29,67
35 x 40 cm	67,73	32,27	75,00	25,00
Arang Sekam				
0%	62,27	37,73	71,67	28,33
10%	62,03	37,97	70,87	29,13
20%	66,37	33,63	74,37	25,63

Keterangan : Nilai rata-rata tidak diikuti huruf, menyatakan bahwa uji F tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%; LP= Layak Pasar; TLP= Tidak Layak Pasar

Persentase serangan BER dengan kisaran 30% menunjukkan terjadinya pengaruh BER yang cenderung merata pada semua perlakuan. BER menyerang tanaman percobaan secara menyeluruh dan tidak mengakibatkan pengaruh secara spesifik pada perlakuan manapun.

Data pada Tabel 5. Menunjukkan bahwa didapatkan pengaruh mandiri pada perlakuan ukuran *polybag*. *Polybag* terbesar memberikan

hasil persentase tertinggi terhadap bobot dalam kualitas buah kelas A. *Polybag* terkecil menunjukkan hasil bobot yang tidak berbeda nyata dengan *polybag* ukuran sedang. Jika dilihat dari jumlah dan bobot buah yang dihasilkan, perlakuan *polybag* terbesar juga menunjukkan persentase yang lebih tinggi pada kelas kualitas buah A secara signifikan serta memperlihatkan persentase jumlah dan bobot buah terkecil dalam kualitas buah kelas C yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya.

Jumlah media yang lebih banyak pada *polybag* terbesar mampu menyediakan ruang untuk perkembangan akar yang lebih optimal dibandingkan perlakuan ukuran *polybag* yang lebih kecil, oleh karena itu, semakin besar ukuran *polybag* yang digunakan dalam penelitian ini, maka penyerapan hara cenderung lebih baik karena ditunjang oleh penyebaran akar yang lebih mudah untuk berkembang. Penyerapan hara yang optimal pada tanaman secara langsung mempengaruhi persentase jumlah dan kelas kualitas buah yang dihasilkan.

Perlakuan arang sekam secara mandiri tidak berpengaruh terhadap persentase jumlah maupun bobot buah dalam kelas apapun, hal ini diduga karena arang sekam adalah bahan pembenah yang steril sehingga tidak memuat kandungan hara yang dapat menunjang tanaman dalam menghasilkan kualitas buah berbeda.

Wasonowati (2010), menyatakan bahwa produksi tomat yang lebih tinggi bisa didapatkan jika ditunjang oleh pertumbuhan vegetatif yang optimal antara lain ketersediaan hara dan faktor tumbuh lainnya. Berdasarkan hasil analisis statistik pada data pertumbuhan tanaman (Tabel 1.), pengaruh tinggi tanaman sejalan hasilnya dengan persentase jumlah dan bobot buah tiap kelas kualitas. Kelas kualitas buah yang dihasilkan pada tanaman tomat dipengaruhi oleh kombinasi antara potensi genetik, iklim, dan cara budidaya (Sinha *et al.*, 2010).

Polybag dengan ukuran terbesar memiliki kandungan campuran bahan organik berupa kompos (v/v) yang lebih banyak dibandingkan ukuran *polybag* lainnya. Semakin besar volume media yang digunakan, maka semakin meningkatkan sistem perkembangan akar, artinya penyerapan air dan unsur hara akan lebih optimal yang berdampak pada pertumbuhan dan hasil tanaman percobaan.

Kompos mampu menggemburkan tanah sehingga dapat mempermudah perkembangan akar dan meningkatkan kemampuannya dalam penyerapan hara secara optimal (Samekto, 2006). Penyerapan hara yang lebih optimal pada perlakuan ukuran *polybag* terbesar tersebut mampu memperlihatkan peningkatan persentase jumlah dan bobot buah kelas A secara nyata dibandingkan perlakuan ukuran *polybag* lain yang lebih kecil.

Kesimpulan dan Saran

1. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan ukuran *polybag* dengan penambahan arang sekam terhadap semua variabel pada pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat *beef* kultivar Valouro hasil sambung batang.
2. Perlakuan ukuran *polybag* terbesar pada penelitian ini (35cm x 40cm) menghasilkan tanaman yang lebih baik pada komponen pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman serta komponen hasil tanaman yaitu persentase jumlah dan bobot buah kualitas A serta menurunkan persentase jumlah dan bobot buah kualitas C dibandingkan perlakuan ukuran *polybag* yang lebih kecil.

Saran. Gangguan fisiologis *Blossom-end Rot* (BER) pada tanaman percobaan menjadi gangguan dengan intensitas tertinggi yang mempengaruhi hasil percobaan sehingga perlu dilakukan pemilihan kultivar yang toleran terhadap gangguan BER serta perbaikan teknik budidaya untuk mencapai keseimbangan fisiologis tanaman.

Daftar Pustaka

- Agoes, D. 1994. Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Fake, C. 2010. Managing blossom-end rot in tomatoes and peppers. Cooperative Extension, University of California.
- Ghorbani, R., A. Koocheki, M. Jahan, dan G.A. Asadi. 2008. Impact of organic amendments and compost extracts on tomato production and storability in agroecological systems. *Agron. Sustain. Dev.* (28): 307-311
- Gustia, H. 2013. Pengaruh penambahan sekam bakar pada media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi

- (*Brassica juncea* l.). E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan. Vol. 1 (01): 12-17.
- Hochmuth, G. J. and R. C. Hochmuth. 2012. Production of greenhouse tomatoes. Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, Vol 31.
- Irawan, A. dan Y. Kafiari. 2015. Pemanfaatan cocopeat dan arang sekam padi sebagai media tanam bibit cempaka wasian (*Elmerrilia ovalis*). Pros. Semnas Masyarakat Biodiversitas Indonesia. Vol. 1 (4): 805-808.
- Kubota, C., M. A. McClure, N. Kokalis-Burelle, M. G. Bausher, and E. N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. HortScience. Vol. 43(6): 1664-1669.
- Kusuma, A. H., M. Izzati, dan E. Saptiningsih. 2013. Pengaruh penambahan arang dan abu sekam dengan proporsi yang berbeda terhadap permeabilitas dan porositas tanah liat serta pertumbuhan kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Bul. Anat. & Fisiol. Vol. XXI(1): 1-9.
- Poorter, H., J. Buhler, D. V. Dusschoten, J. Climent, and J. A. Postma. 2012. Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. Journal Compilation by CSIRO, Functional Plant Biology Vol. 39 (839-850).
- Rivard, C. and F. Louws. 2006. Grafting for disease resistance in heirloom tomatoes. North Carolina Cooperative Extension Service.
- Samekto, R. 2006. Pupuk Kompos. PT. Intan Sejati. Klaten.
- Sinha, N., Y. H. Hui, E. O. Evranuz, M. Siddiq, and J. Ahmed. 2010. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Wiley-Blackwell. New Jersey.
- Smith, N., D. Scott and J. R. Duval. 1998. The effect of container size. HortTechnology. Vol. October-December 8(4).
- Solichatun, E. Anggarwulan, dan W. Mudyantini. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). Biofarmasi 3 (2): 47-51.
- Sudirja, R., M. A. Sholihin, dan S. Rosniawaty. 2007. Respons beberapa sifat kimia inceptisols asal rajamandala dan hasil bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pemberian pupuk organik dan pupuk hayati. Universitas Padjadjaran.
- Supriyanto dan F. Fiona. 2010. Pemanfaatan arang sekam untuk memperbaiki pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq) pada media subsoil. J. Silvikultur Tropika, Vol. 01 (01): 24-28.
- Syahid, A., G. Pituati, dan S. Kresnatita. 2013. Pemanfaatan arang sekam padi dan pupuk kandang untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil tanaman segau pada tanah gambut. J. Agri-peat, Vol. 5, No. 2.
- Wasonowati, C. 2010. Peningkatan produksi dan kualitas tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan sistem budi daya hidroponik. Rekayasa, Vol. 3 (2): 83-89.

Putri, I.E. · Y.R. Suradinata · Kusumiyati

Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi Benzyl Amino Purine (BAP) terhadap pertumbuhan tiga kultivar tanaman kamboja jepang (*Adenium arabicum*)

The effect of different concentrations of Benzyl Amino Purine (BAP) on the growth three cambodian japan plant cultivars (*Adenium arabicum*)

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract *Adenium arabicum* is called as the dessert rose . This plants have caudex, which can be grow up if use *benzyl amino purine* (BAP) The aim of this experiment was to determine the effect of the interaction between the three *Adenium arabicum* with five concentrations of BAP was used and to obtain the cultivars tested that had the most growth either by treatment with various concentrations of BAP. The experiment was conducted from April up to July 2016 in the greenhouse Ciparanje, Faculty of Agriculture University of Padjadjaran, located at about 700 meters above sea level (masl). The experimental design used was a Randomize Block Designed factorial (RBD Factorial) consisted of two factors, the first factor was Yak saudi, Ra Chi Nee pan Dok (RCN) and Thai Socotranum cultivar and the second factor was the concentrations of BAP consisted of 0 (part per million), 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm were repeated 3 times. The results showed that there were interaction between cultivars and concentrations of BAP to the number of leaves and caudex. Thai Socotranum and Yak saudi growth higher with plant height, leaf area and accretion shoots than RCN but for caudex Thai Socotranum and RCN cultivars shows growth more better. BAP treatment with a concentrations of 150 ppm and 200 ppm resulted in higher growth for number of leaves, shoots as height and accretion shoot. In the leaf area concentration of 100 ppm showed the best growth than others concentration. Thai Socotranum cultivars and BAP 150 ppm showed the best treatment.

Keywords : *Adenium arabicum* · BAP · Caudex · Concentration · Cytokines

Sari Kamboja Jepang (*Adenium arabicum*) disebut sebagai mawar gurun. Tanaman ini memiliki bonggol yang dapat diperbesar dengan bantuan *benzil amino purine* (BAP). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi antara tiga kultivar Kamboja Jepang dengan lima konsentrasi BAP yang digunakan dan untuk memperoleh kultivar diuji yang memiliki pertumbuhan paling baik dengan perlakuan berbagai konsentrasi BAP. Penelitian dilakukan dari bulan April sampai Juli 2016 di rumah kaca Ciparanje Fakultas Pertanian Univesitas Padjadjaran, dengan ketinggian tempat 700 meter di atas permukaan laut (mdpl). Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK Faktorial) yang terdiri atas dua faktor, faktor pertama yaitu kultivar Yak saudi, Ra Chi Nee Pan Dok (RCN) dan Thai Socotranum dan faktor kedua yaitu konsentrasi BAP terdiri atas 0 part per million (ppm), 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm yang diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara kultivar dan konsentrasi BAP terhadap jumlah daun dan diameter bonggol. Kultivar Thai Socotranum dan Yak saudi menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi dicirikan dengan peningkatan tinggi tanaman, luas daun dan tunas lateral yang lebih tinggi daripada RCN namun pada pertambahan bonggol tanaman kultivar Thai Socotranum dan RCN menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik. Perlakuan BAP dengan konsentrasi 150 ppm dan 200 ppm menghasilkan rata-rata pertumbuhan lebih tinggi dicirikan dari jumlah daun, tinggi tanaman dan tunas lateral. Pada rata-rata pertambahan luas

Dikomunikasikan oleh Syariful Mubarak

Putri I.E¹ · Y.R. Suradinata² · Kusumiyati²

1) Alumni Program Studi Agroteknologi Faperta Unpad

2) Staf pengajar Departemen Budidaya Pertanian, Unpad

Korespondensi: neputrie@gmail.com

daun konsentrasi 100 ppm menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik daripada konsentrasi yang lainnya. Kultivar Thai Socotranum dan BAP 150 ppm menunjukkan hasil perlakuan terbaik.

Kata kunci : *Adenium arabicum* · BAP · Diameter bonggol · Konsentrasi · Sitokinin

Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya zaman, saat ini ketertarikan masyarakat terhadap tanaman hias semakin meningkat. Salah satu alasannya karena tanaman hias memiliki nilai estetika yang dapat memperindah tempat di dalam maupun di luar ruangan. Jumlah penggemar tanaman hias akan mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan meningkatnya status sosial, ilmu pengetahuan dan teknologi (Suryowinoto, 1997 dalam Ekosari, 2009). Data nilai ekspor tanaman hias Indonesia mengalami kenaikan selama rentang waktu tahun 2007 hingga 2011. Volume ekspor tertinggi berada pada tahun 2009 dengan total ekspor sebanyak 5.111 ton sedangkan untuk total pendapatan ekspor tertinggi terjadi pada 2011 sebesar 13.160.381 US\$. Nilai-nilai tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan tahun 2007 yang hanya mencapai 4.621 ton dan pendapatan 6.899.222 US\$. Terjadi kenaikan sebesar 10,6% dari volume ekspor 2007 ke 2009 sedangkan untuk pendapatan terjadi kenaikan sebanyak 90,7% dari tahun 2007 ke tahun 2011 (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2012).

Di Indonesia saat ini salah satu incaran para penggemar tanaman hias adalah *Adenium* atau yang juga dikenal sebagai Kamboja Jepang. Jenis *Adenium* yang banyak diminati adalah jenis *Adenium arabicum*. Tanaman ini bukan hanya memiliki bunga yang kompak dan indah tapi juga memiliki percabangan yang banyak. Tanaman *Adenium arabicum* ini juga dikenal karena memiliki daya tarik sebagai tanaman hias dengan bonggol yang besar, menarik dan indah (Beikram & Andoko, 2004).

Bonggol tanaman *Adenium* adalah bagian akar yang terdapat di pangkal batang yang dapat membesar. *Adenium arabicum* berasal dari semenanjung Arab sebelah Barat dan Selatan, terutama daerah sekitar Arab Saudi dan Yaman. Tanaman ini mendapat julukan "*The Rose of Desert*", yang diartikan sebagai bunga

mawar dari padang pasir (Arwida, 2008). Berbagai jenis kultivar tanaman *Adenium arabicum* yang dikembangkan di Indonesia, terdapat 3 kultivar yang paling banyak ditemui yaitu jenis Yak Saudi yang memiliki percabangan yang banyak, RCN yang memiliki pertumbuhan cepat dan Thai Socotranum yang memiliki bonggol yang besar (Arwida, 2008)..

Nilai estetika tanaman *Adenium* bertambah dengan menggunakan berbagai cara diantaranya penggunaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). ZPT adalah senyawa organik yang dapat mendorong, mengatur atau menghambat proses fisiologis tanaman (Abidin, 1990). Pemakaian konsentrasi yang tepat merupakan hal yang sangat penting. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan diameter bonggol *Adenium* adalah dengan memberikan zat pengatur tumbuh, yang dapat memengaruhi pertumbuhan *Adenium* terutama pertumbuhan akar dan batangnya. Hormon yang digunakan dapat berupa hormon sitokinin. Hormon sitokinin dapat diaplikasikan dalam upaya memperbesar bonggol tanaman, dengan semakin banyak sel yang membelah akan memperbesar volume organ tanaman. Sitokinin mempunyai kemampuan untuk memicu pembelahan sel (Salisbury & Ross, 1995).

Hormon sitokinin dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit. Berbagai jenis sitokinin yang sering dimanfaatkan, antara lain sitokinin jenis *benzyl amino purine* (BAP) karena harganya yang relatif murah juga efisiensinya yang tinggi (Yusnita, 2003). Pemberian BAP salah satunya dapat mempercepat laju pertumbuhan tanaman karena merangsang ujung tunas dari tanaman dan mengubahnya menjadi meristem aktif (Jauhari, 2008).

Bahan dan Metode

Percobaan dilakukan mulai Bulan April 2016 sampai Bulan Juni 2016 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Ciparanje, Jatinangor, Sumedang yang memiliki ketinggian yaitu 700 meter di atas permukaan laut. Metode yang digunakan adalah rancangan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama adalah jenis kultivar (k) tanaman *Adenium arabicum* terdiri dari 3 taraf Yak Saudi, RCN dan Thai Socotranum sedangkan untuk faktor kedua adalah jumlah konsentrasi sitokinin BAP (s) yang digunakan terdiri dari

lima taraf yaitu 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm. Total terdapat 15 perlakuan dengan tiga kali ulangan. Jika dijumlahkan terdapat 45 unit satuan percobaan. Pada masing-masing plot satuan unit percobaan terdapat dua tanaman sehingga untuk jumlah populasi secara keseluruhan adalah 90 tanaman. Pengaplikasian BAP dilakukan 6 kali dengan interval 2 minggu sesuai kalibrasi. Analisis statistik menggunakan SPSS 17. Pengaplikasian BAP dengan menggunakan *handsprayer*.



Gambar 1. Bunga *Adenium arabicum*

Hasil dan Pembahasan

Pada pengamatan penunjang didapatkan kondisi suhu harian rata-rata yaitu 26,03 °C, 26,31 °C dan 26,64 °C untuk Bulan April hingga Bulan Juni yang sesuai untuk pertanaman *Adenium*, kelembaban rata-rata harian dari Bulan April hingga Bulan Juni berturut-turut yaitu 71,73%, 72,97% dan 67,99% yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman *Adenium*, intensitas cahaya rata-rata harian berkisar antara 24 watt.m², 28 watt.m² dan 24 watt.m² di dalam rumah kaca sedangkan intensitas cahaya rata-rata harian di luar rumah kaca adalah 39 watt.m², 49 watt.m² dan 49 watt.m², intensitas kerusakan daun sebesar 23,63% oleh tungau dan untuk intensitas kerusakan daun yang disebabkan kutu putih paling parah sebesar 1,6 ekor/daun dan intensitas serangan penyakit sebesar 1,11% berupa penyakit virus kuning. pH selama penelitian berkisar antara 6,6-7,3 dan terdapat beberapa perlakuan yang berbunga tampak pada Gambar 1 yaitu Thai Socotranum+ BAP 200 ppm dan Yak Saudi+ BAP 0 ppm ulangan ke-3.

Pengamatan pada rata-rata pertambahan tinggi tanaman tidak terjadi interaksi antara kultivar dan konsentrasi BAP, namun tabel 1 menunjukkan perbedaan yang nyata pada 2 MSP dan 6 MSP terhadap rata-rata pertambahan tinggi tanaman pada tiga kultivar, sedangkan perlakuan konsentrasi BAP memberikan pengaruh yang nyata pada 8 MSP dan 10 MSP.

Pertumbuhan tanaman berbeda-beda, tergantung dari lingkungan sekitar tanaman tumbuh atau faktor yang berasal dari tanaman tersebut. Adaptasi Thai Socotranum terhadap aplikasi BAP yang diberikan lebih tinggi sehingga langsung menunjukkan pertumbuhan yang berbeda nyata pada 2 MSP. Hal ini diakibatkan dari pola pertumbuhan Thai socotranum mengalami pola pertumbuhan sigmoid yang mengalami peningkatan di awal perlakuan lalu menurun pada akhir seperti terlihat pada Tabel 1. Pada pengamatan 6 MSP tampak RCN mengalami kenaikan pertumbuhan dibandingkan dengan kultivar yang diujikan lainnya dan terdapat penurunan pada minggu-minggu berikutnya, pola pertumbuhan

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi BAP pada Kultivar *Adenium arabicum* terhadap Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Minggu ke -					
	2	4	6	8	10	12
<i>Yak Saudi</i>	1,35 a	1,84 a	3,35 b	2,38 a	2,12 a	2,35 a
<i>RCN</i>	1,64 ab	1,68 a	1,97 a	1,64 a	1,53 a	1,90 a
<i>Thai Socotranum</i>	2,05 b	1,45 a	1,52 a	2,63 a	1,78 a	1,75 a
BAP 0 ppm	1,73 a	1,31 a	1,29 a	1,87 ab	1,47 a	2,13 a
BAP 50 ppm	1,27 a	1,43 a	2,28 a	2,02 ab	1,90 ab	2,28 a
BAP 100 ppm	1,66 a	1,74 a	2,41 a	1,47 a	1,44 a	1,17 a
BAP 150 ppm	1,27 a	1,77 a	2,62 a	2,24 ab	2,68 b	2,24 a
BAP 200 ppm	2,09 a	2,05 a	2,79 a	3,48 b	1,57 a	2,18 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

sigomid juga ternyata dialami oleh RCN. Pola pertumbuhan sigmoid merupakan fase pertumbuhan awal pada fase vegetatif hingga fase tertentu yang mengakibatkan penambahan sel tanaman dan akhirnya memasuki fase lambat (Gardner *et al.*, 1991).

Pemberian BAP berbeda nyata pada 8 MSP dan 10 MSP, sedangkan tidak berbeda nyata pada 2, 4, 6 dan 12 MSP. Pada 8 MSP perlakuan BAP 200 ppm menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi tanaman *Adenium arabicum* lebih tinggi dan terendah adalah perlakuan 100 ppm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 0 ppm, 50 ppm dan 150 ppm. Pada 10 MSP pemberian BAP 150 ppm memberikan respon yang lebih tinggi dibandingkan dengan 4 perlakuan lainnya dan terendah yaitu 100 ppm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 0 ppm, 50 ppm dan 200 ppm. Pemberian BAP ternyata berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada minggu-minggu tertentu, karena pemberian BAP akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan batang tanaman tergantung dari konsentrasi, fase tanaman dan lingkungan di sekitar tanaman. Penambahan BAP pada tanaman *Adenium arabicum* memberikan pengaruh terhadap rata-rata pertambahan tinggi tanaman *Adenium arabicum* karena dalam pertumbuhan batang dan akar memerlukan sitokinin (Salisbury & Ross, 1995).

Pada rata-rata pertambahan jumlah daun terdapat interaksi pada 4 MSP. Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan kultivar dan konsentrasi BAP menunjukkan bahwa kombinasi Yak Saudi dan 150 ppm

memberikan rata-rata pertambahan jumlah daun terbanyak sedangkan interaksi kultivar dan BAP terendah untuk jumlah daun terdapat pada kombinasi perlakuan Yak Saudi dan 0 ppm namun tidak memberikan pengaruh nyata dengan perlakuan yang lainnya. Kemampuan Tanaman Yak Saudi yang diaplikasikan BAP 150 ppm menghasilkan jumlah daun baru terbanyak. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian BAP 150 ppm membantu mempercepat jaringan meristem pada kultivar Yak Saudi.

Tabel 2. Interaksi Kultivar Tanaman *Adenium arabicum* dan Konsentrasi BAP terhadap Rata-Rata Pertambahan Jumlah Daun pada 4 MSP

Konsentrasi Kultivar	Rata-Rata Pertambahan Jumlah Daun (Helai) pada 4 MSP				
	0 ppm	50 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm
<i>Yak Saudi</i>	0,83 a A	1,50 a A	1,33 a A	5,33 b A	1,00 a A
RCN	1,33 a A	1,83 a A	1,33 a A	1,00 a A	1,67 a A
<i>Thai Socotranum</i>	2,00 a A	2,83 a A	1,00 a A	1,30 a A	2,67 a A

Hasil pengamatan telah diuji lanjut dengan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Keterangan : - Notasi huruf kapital dibaca horizontal membandingkan konsentrasi BAP; - Notasi huruf kecil dibaca vertikal membandingkan jenis kultivar; - Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata secara statistik berdasarkan uji lanjut Duncan 5%.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi BAP pada Kultivar *Adenium arabicum* terhadap Rata-Rata Pertambahan Jumlah Daun Tanaman

Perlakuan	Rata-Rata Pertambahan Jumlah Daun (Helai) Minggu ke -				
	2	6	8	10	12
<i>Yak Saudi</i>	3,9 a	3,7 a	6,1 b	8,5 a	1,73 ab
RCN	2,5 a	2,5 a	3,0 a	5,2 a	1,90 b
<i>Thai Socotranum</i>	4,2 a	4,9 a	4,3 ab	7,9 a	1,15 a
BAP 0 ppm	2,4 a	1,2 a	1,9 a	3,0 a	1,23 a
BAP 50 ppm	5,4 b	4,1 a	3,7 ab	6,1 ab	1,32 a
BAP 100 ppm	3,8 ab	4,6 a	4,6 ab	6,6 ab	1,47 a
BAP 150 ppm	2,6 a	4,8 a	5,5 ab	10,7 b	2,02 a
BAP 200 ppm	3,5 ab	3,6 a	6,7 b	9,6 b	1,94 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi BAP pada Kultivar *Adenium arabicum* terhadap Rata-Rata Pertambahan Luas Daun Tanaman

	Rata-Rata Pertambahan Luas Daun (mm ²) Minggu ke -					
	2 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	10 MSP	12 MSP
<i>Yak Saudi</i>	2,97 a	1,98 a	2,17 a	6,24 b	3,93 b	2,84 b
<i>RCN</i>	2,95 a	2,96 a	1,94 a	2,75 a	2,17 a	1,92 a
<i>Thai Socotranum</i>	3,70 a	3,66 a	2,06 a	2,93 a	2,45 a	2,17 ab
BAP 0 ppm	2,88 a	3,03 a	2,44 a	2,97 ab	1,87 a	1,85 a
BAP 50 ppm	4,39 a	3,79 a	2,34 a	5,02 ab	3,30 ab	2,36 a
BAP 100 ppm	2,53 a	2,36 a	1,48 a	5,33 b	3,70 b	2,48 a
BAP 150 ppm	2,99 a	2,67 a	2,36 a	4,40 ab	3,35 ab	2,86 a
BAP 200 ppm	3,31 a	2,47 a	1,67 a	2,13 a	2,03 ab	2,00 a

Keterangan :Nilai rata-rata yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Pada Tabel 3 untuk rata-rata pertambahan jumlah daun perlakuan kultivar terdapat perbedaan nyata terhadap rata-rata pertambahan jumlah daun tanaman *Adenium arabicum* untuk 8 MSP, sedangkan perlakuan konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata untuk 2 MSP, 8 MSP dan 10 MSP. Pada 8 MSP kultivar yang diujikan menunjukkan perbedaan yang nyata, hal ini dikarenakan bahwa rata-rata pertumbuhan jumlah daun tanaman *Adenium arabicum* lebih banyak dipengaruhi oleh sifat genetik tanaman. Pertambahan jumlah daun dari suatu tanaman juga bisa disebabkan kemampuan tanaman dalam membentuk daun baru tergantung dari berbagai faktor, diantaranya ketersediaan unsur hara yang tersedia dan genetik tanaman tersebut (Fauziyah, 2014).

Pada 2 MSP konsentrasi 50 ppm memberikan rata-rata pertambahan jumlah daun lebih banyak namun tidak berbeda dengan 100 ppm dan 200 ppm. Pada 2 MSP pengaplikasian BAP langsung memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap rata-rata pertambahan jumlah daun tanaman *Adenium arabicum*. Pemberian konsentrasi BAP menghasilkan respon yang berbeda-beda, tergantung konsentrasi, metode aplikasi yang digunakan, waktu aplikasi dan kombinasi ZPT yang dipakai (Fahmi, 2014).

Pada 8 MSP rata-rata pertambahan jumlah daun tanaman *Adenium arabicum* lebih banyak untuk perlakuan 200 ppm dan terendah adalah perlakuan 0 ppm namun perlakuan dengan pertambahan tertinggi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 50 ppm, 100 ppm dan 150 ppm. Pada 10 MSP pertambahan jumlah daun tertinggi adalah BAP 150 ppm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali perlakuan BAP 0 ppm. Perlakuan 0 ppm dari setiap 2 minggu pengamatan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, hal ini sesuai dengan pernyataan Untung

(2008) yang menyebutkan jika konsentrasi yang diberikan terlalu rendah pengaruhnya tidak akan ada, sebaliknya jika diaplikasikan secara berlebih, pertumbuhan tanaman justru terhambat atau bahkan mati sama sekali, dengan jumlah daun yang banyak diharapkan dapat meningkatkan hasil fotosintat tanaman yang digunakan untuk tumbuh dan berkembang.

Banyaknya rata-rata pertambahan jumlah daun tanaman *Adenium arabicum* berpengaruh terhadap rata-rata pertambahan parameter tinggi tanaman *Adenium arabicum* yang terdapat pada 8 MSP dan 10 MSP dapat dilihat pada Tabel 2, membuktikan bahwa jumlah daun berpengaruh dengan banyaknya hasil fotosintat yang dihasilkan karena daun merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis.

Luas daun menjadi salah satu indikator pertumbuhan yang penting. Luas daun akan memengaruhi hasil fotosintesis yang diperoleh. Data pada Tabel 4 menunjukkan kultivar berpengaruh dalam meningkatkan rata-rata pertambahan luas daun 8 MSP, 10 MSP dan 12 MSP.

Pada 8 MSP kultivar *Yak Saudi* berpengaruh nyata terhadap rata-rata luas daun dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan *Yak Saudi* menjadi kultivar yang berbeda nyata dengan perlakuan *RCN* dan *Thai Socotranum* pada 10 MSP. Perbedaan rata-rata pertambahan luas daun menunjukkan bahwa respon tanaman yang berbeda tergantung dari sifat genetik dan lingkungan sekitar tanaman. Rata-rata pertambahan luas daun tanaman *Adenium arabicum* pada minggu-minggu awal belum menunjukkan perbedaan yang nyata karena pertumbuhan di awal setelah perlakuan memperlihatkan bahwa respon tanaman lambat.

Pada 10 MSP aplikasi 100 ppm menghasilkan rata-rata pertambahan luas daun tanaman

Adenium arabicum terbaik dibandingkan 0 ppm. BAP 100 ppm menunjukkan rata-rata pertumbuhan luas daun tanaman *Adenium arabicum* yang optimal untuk luas daun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Karismawati tahun 2006 menyatakan bahwa pemberian hormon sitokinin berupa kinetin 100 ppm memberikan pengaruh berupa peningkatan luas daun tanaman *Adenium*, diasumsikan bahwa pemberian BAP 100 ppm akan merangsang primordia daun dan akan mempercepat pembelahan sel untuk berkembang dan memperluas area daun (Jauhari, 2008).

Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan kultivar dengan BAP terhadap rata-rata pertumbuhan diameter bonggol tanaman *Adenium arabicum* pada 10 MSP. Berdasarkan data pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan terkecil adalah Thai Socotranum+100 ppm

yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali Yak Saudi+50 ppm. Kombinasi perlakuan Yak Saudi+50 ppm berbeda nyata dapat disebabkan karena genetis tanaman, konsentrasi BAP atau faktor lingkungan.

Tabel 6 pengaruh mandiri hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap pertumbuhan diameter bonggol tanaman pada kultivar yang diuji pada 12 MSP.

Kultivar *Thai Socotranum* menunjukkan pertumbuhan diameter bonggol lebih baik daripada kultivar *Yak saudi* walaupun perlakuan pada Thai Socotranum tidak berbeda nyata dengan kultivar *RCN*. Kultivar Thai Socotranum menunjukkan rata-rata pertumbuhan bonggol tanaman *Adenium arabicum* yang lebih besar, ini sesuai dengan karakteristik bonggolnya yang lebih unggul ketimbang kultivar *RCN* dan *Thai Socotranum*. Karakteristik kultivar *Thai Socotranum* memang memiliki bonggol yang besar.

Tabel 5. Interaksi Kultivar Tanaman *Adenium arabicum* dan Konsentrasi BAP terhadap Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Bonggol pada 10 MSP

Konsentrasi Kultivar	Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Bonggol (mm ²)				
	0 ppm	50 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm
<i>Yak Saudi</i>	1,02 a A	2,44 a B	2,03 a AB	1,33 a AB	1,44 a AB
<i>RCN</i>	0,90 a A	0,95 a A	3,29 a A	3,29 a A	1,00 a A
<i>Thai Socotranum</i>	2,35 a A	2,53 a A	0,64 a A	0,83 a A	1,35 a A

Hasil pengamatan telah diuji lanjut dengan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi BAP pada Kultivar *Adenium arabicum* terhadap Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Bonggol Tanaman

Perlakuan	Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Bonggol (mm) Minggu ke-				
	2 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	12 MSP
<i>Yak Saudi</i>	1,00 a	1,84 a	2,06 a	1,08 a	1,27 a
<i>RCN</i>	0,96 a	1,33 a	1,14 a	1,10 a	1,60 ab
<i>Thai Socotranum</i>	1,25 a	1,55 a	1,91 a	1,74 a	2,34 b
BAP 0 ppm	1,14 a	1,50 a	1,69 a	1,34 a	1,66 a
BAP 50 ppm	1,06 a	1,69 a	1,91 a	0,90 a	1,60 a
BAP 100 ppm	0,86 a	1,80 a	1,50 a	1,00 a	1,55 a
BAP 150 ppm	1,10 a	1,53 a	1,61 a	1,60 a	1,77 a
BAP 200 ppm	1,19 a	1,35 a	1,81 a	1,68 a	2,10 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi BAP pada Kultivar BAP terhadap Rata-Rata Pertambahan Tunas Lateral Tanaman *Adenium arabicum*

Perlakuan	Rata-Rata Pertambahan Tunas Lateral Minggu ke-					
	2 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	10 MSP	12 MSP
<i>Yak Saudi</i>	0,97 b	0,78 a	0,77 a	0,80 a	1,05 a	1,02 a
RCN	0,76 a	0,80 a	0,81 a	0,78 a	0,86 a	0,83 a
<i>Thai Socotranum</i>	0,82 ab	0,91 a	0,76 a	0,83 a	0,81 a	0,81 a
BAP 0 ppm	0,80 a	0,74 a	0,74 a	0,74 a	0,76 a	0,82 a
BAP 50 ppm	0,85 a	0,84 ab	0,78 a	0,83 a	0,86 a	0,86 a
BAP 100 ppm	0,86 a	0,80 ab	0,77 a	0,77 a	0,79 a	0,99 a
BAP 150 ppm	0,89 a	0,98 b	0,85 a	0,86 a	0,90 ab	0,87 a
BAP 200 ppm	0,86 a	0,80 ab	0,77 a	0,83 a	1,23 b	0,89 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Pada perlakuan mandiri aplikasi BAP menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi BAP tidak memberikan perbedaan yang nyata antara satu perlakuan dengan perlakuan yang lainnya. Pengaplikasian BAP dengan berbagai konsentrasi yang ada belum maksimal terhadap rata-rata pertambahan diameter bonggol tanaman *Adenium arabicum*. Kepekaan tanaman terhadap pemberian ZPT berbeda-beda. Keefektifan ZPT akan berbeda-beda tergantung dari kondisi lingkungan yang ada, dosis yang tepat dan fase pertumbuhan yang tepat (Manurung dan Bangun, 1982).

Pertambahan tunas lateral menunjukkan pertumbuhan yang cepat pada 2 MSP sudah terdapat perbedaan pada perlakuan yang diujikan. Organ-organ tanaman akan dibentuk selama proses tumbuh dan berkembang.

Pengaplikasian konsentrasi BAP berpengaruh nyata pada 4 MSP dan 10 MSP namun tidak berbeda nyata pada 2 MSP, 6 MSP, 8 MSP dan 12 MSP. Pada 4 MSP pertambahan diameter terbesar adalah pada perlakuan BAP 150 ppm yang berbeda nyata dengan BAP 0 ppm namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada 10 MSP pertumbuhan tunas lateral terbaik adalah BAP 200 ppm yang tidak berbeda nyata dengan BAP 150 ppm tapi berbeda nyata dengan perlakuan yang diujikan lainnya. Salah satu fungsi BAP adalah dapat menurunkan dominasi apikal yang bisa menyebabkan tunas samping akan tumbuh. Dominasi apikal dapat diturunkan dengan pemberian BAP yang berdampak pada pertumbuhan agar mengarah ke samping dan memungkinkan tunas-tunas lateral untuk dapat terus tumbuh dan berkembang (Abidin, 1983).

Pertambahan tunas lateral tertinggi terjadi pada konsentrasi-konsentrasi tinggi. Menurut

Balamani dan Poovaiah (1985) dalam Setyaningrum (2012) menyatakan bahwa dengan bertambah tingginya konsentrasi sitokinin akan menyebabkan tunas akan dengan lebih cepat dan membentuk lebih banyak cabang. Cabang yang banyak sangat diharapkan pada pertumbuhan dan perkembangan *Adenium*. Bentuk *Adenium* lebih menarik dan bernilai tinggi jika tanaman tersebut memiliki percabangan dan bentuk bonggol yang besar.

Kesimpulan

Terdapat hubungan yang saling memengaruhi antara konsentrasi BAP dan kultivar terhadap 2 parameter pengamatan, yaitu pertambahan jumlah daun pada 4 MSP dan pertambahan diameter bonggol pada 10 MSP. Konsentrasi BAP terbaik yang diberikan adalah 150 ppm dan kultivar terbaik yang telah diujikan adalah *Thai Socotranum*.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selama penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z. 1990. Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Bandung: Angkasa. 85 hal.
- Arwida, S. 2008. *Adenium arabicum* Si Bonggol Eksotik. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 96 hal.

- Beikram dan A. Andoko. 2004. Mempercantik Penampilan Adenium. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2012. Data Produksi Tanaman Hias di Indonesia. www.hortikultura.pertanian.go.id. Diakses pada 20 Januari 2016.
- Ekosari, A. 2009. Pengaruh GA3 dan IAA terhadap Pembesaran Bonggol Adenium (*Adenium obesum*). Skripsi. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Fahmi, Z. I. 2014. Kajian Pengaruh Pemberian Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Tanaman. Surabaya: Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. [Http://www.ditjenbun.go.id](http://www.ditjenbun.go.id). Diakses pada tanggal 10 Desember 2015.
- Fauziah, R. 2014. Pengaruh Jumlah Batang Produksi terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Hasil Tomat CV. Marta 9 pada Berbagai Sistem Budidaya dalam Rumah Plastik di Jatinangor. Skripsi. Jatinangor: Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. (Tidak dipublikasikan)
- Gardner, F. P., Peace, R. B., dan Mitchell, R. B. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Depok: Universitas Indonesia Press.
- Jauhari, R. 2008. Kajian Jenis Media Tanam dan Konsentrasi BAP (benzyl amino purine) Terhadap Pertumbuhan Bibit Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L). Tesis. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Karismawati, D. 2006. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Macam Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Nilai Estetika Bonggol Stek Adenium (*Adenium* SP). Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Manurung, S. O. F. Muhadjir dan P. Bangun. 1982. Status dan Potensi Hormon Pengatur Tumbuh pada Padi. Dama Makalah dan Hasil Penelitian Padi. Risalah Lokakarya Penelitian Padi. Puslitbang. Bogor.
- Salisbury dan Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 1. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 241 hal.
- Setyaningrum, F. 2012. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Pertumbuhan Awal Entres Tiga Varietas Durian (*Durio zibethius murr.*) Pada Perbanyakan Vegetatif Okulasi. Skripsi. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Untung, O. 2008. Agar Tanaman Buah Berbuah Diluar Musim. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Jakarta: Agromedia Pustaka. 105 Hal.