

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Aplikasi *Root Zone Cooling System* Untuk Perbaikan Pembentukan Umbi Bawang Merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*)

Application of Root Zone Cooling system to Improve Bulbs Formation of Shallot (*Allium cepa* var. *aggregatum*)

Nurwahyuningsih, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Institut Pertanian Bogor,
Email: nurwahyu63@gmail.com

Herry Suhardiyanto, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Institut Pertanian Bogor,
Email: herrysuhardiyanto@yahoo.com

Sobir, Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor, Email: rsobir@yahoo.com

Abstract

The aim of this research can be formulated as follows: to analyze the effect of different root zone temperature to some extent the temperature is 10°C, 15°C, control and vernalization of plant growth and the formation of shallot bulbs by using aeroponic system. The experimental design used was a draft Plots Divided (Split Plot Design), which is arranged in a randomized block design with four replications. The main plot is a vernalization treatment (without vernalization and with vernalization). The subplots in the form of a nutrient solution temperature at 10°C, 15°C, and without cooling system as a control. The parameters measured were the number of leaves, the number of tillers, the number of bulbs, the weight of bulbs and the wet weight of root. There are no interaction between the annealing temperature by vernalization to the number of leaves, the bulb number, the weight of bulbs, and the weight of the roots. Cooling temperatures nutrient solution to improving root growth and bulb formation of shallot. Optimal root growth can improve nutrient uptaken by plants then can improve plant growth and bulb yield larger and heavier. Temperatures suitable for shallot cultivation in lowland tropical for producing tubers with quenching temperature is 10°C, non vernalization.

Keywords : *Root zone cooling, aeroponics, Shallot.*

Abstrak

Tujuan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: menganalisa pengaruh perbedaan suhu zona perakaran dengan beberapa taraf suhu yaitu 10°C, 15°C, kontrol dan vernalisasi terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah dan pembentukan umbi dengan menggunakan aeroponik sistem. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*), yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan empat ulangan. Petak utama adalah perlakuan vernalisasi (tanpa vernalisasi dan dengan vernalisasi). Anak petak berupa suhu pendinginan larutan nutrisi 10°C, 15°C, dan tanpa pendinginan sebagai kontrol. Parameter yang diamati adalah jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi, berat umbi, dan berat basah akar. Tidak terjadi interaksi antara suhu pendinginan dengan vernalisasi terhadap jumlah daun, jumlah umbi, bobot umbi, dan berat akar. Pendinginan suhu larutan nutrisi mampu meningkatkan pertumbuhan perakaran dan pembentukan umbi tanaman bawang merah. Pertumbuhan akar yang optimal mampu meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman, menghasilkan umbi yang lebih besar dan lebih berat. Suhu yang cocok untuk budidaya bawang merah didataran rendah tropika basah untuk memproduksi umbi adalah dengan pendinginan suhu 10°C, non vernalisasi.

Kata Kunci : Pendinginan zona perakaran, aeroponik, bawang merah

Diterima: 26 Mei 2016; Disetujui: 20 April 2017

Latar Belakang

Aeroponik merupakan sistem bercocok tanam dalam media tanpa tanah dimana akar ditetapkan dalam media dan akar digantung serta disemprotkan larutan hara (Resh, 2004). Konsep pendinginan terbatas (*zone cooling*) adalah mendinginkan zona terbatas daerah pertumbuhan tanaman (akar tanaman), metode pendinginan ini tidak ditujukan untuk mendinginkan seluruh volume udara di dalam rumah tanaman (Suhardiyanto, 2009). Sistem aeroponik selama ini digunakan dalam budidaya sayuran seperti selada, kubis, dan melon, serta jarang digunakan pada tanaman selain sayuran. Sistem aeroponik populer diterapkan di Israel, Itali, dan Amerika Serikat (Harris, 1994). Menurut Roberto (2003) pada sistem aeroponik, tanaman memiliki kesempatan mendapatkan oksigen hingga batas maksimum yang baik dalam pertumbuhan akar, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan produktifitas tanaman. Penerapan sistem aeroponik pada budidaya bawang merah belum banyak dilakukan dan memiliki peluang besar untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas produk bawang merah. Sistem aeroponik tanpa menggunakan tanah dapat meminimalisir kerusakan akar saat pemanenan.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditi sayuran yang memiliki banyak manfaat dan bernilai ekonomi tinggi. Selain itu bawang merah digunakan sebagai pelengkap bumbu masakan, pengobatan tradisional dan sebagai bahan baku industri. Bahan aktif minyak atsiri bawang merah terdiri dari sikloaliin, metilaliin, kaemferol, kuersetin, dan floroglusin (Muhlizah dan Hening S., 2000).

Pada dekade terakhir ini permintaan bawang merah untuk konsumsi dan bibit dalam negeri mengalami peningkatan. Permintaan bawang merah yang terus meningkat perlu diimbangi dengan meningkatkan produksi bawang merah. Namun permasalahan dalam meningkatkan produksi bawang merah di Indonesia adalah bibit sulit diperoleh saat menjelang musim tanam, produksi bibit yang rendah karena penyakit terbawa umbi, harga bibit yang mahal dan harga jual rendah saat panen. Oleh karena, itu diperlukan inovasi dan usaha peningkatan produksi bawang merah agar mampu memenuhi kebutuhan dan tersedianya bibit/benih berkualitas.

Dalam budidaya tanaman suhu merupakan faktor alami yang mengatur pertumbuhan dan morphogenesis. Perlakuan suhu rendah pada organ tanaman dapat meningkatkan aktivitas pembelahan sel giberelin endogen serta peningkatan aktivitas auksin. Vernalisasi merupakan pemberian temperatur rendah secara buatan dengan temperatur 5°C-10°C selama 4 minggu atau dapat menggunakan perlakuan zat pengatur tumbuh tanaman yaitu GA₃ yang dapat menggantikan sebagian atau seluruh fungsi suhu rendah sehingga dapat mendorong atau merangsang pembungaan serta pembentukan biji pada tanaman bawang merah (Sumarni *et al.*, 2012).

Menurut Sumarni *et al.*, (2012) untuk meningkatkan produktivitas bawang merah dianjurkan suhu berkisar antara 9°C-19°C. Sehingga pada penelitian kali ini menggunakan tiga variasi suhu yaitu 10°C, 15°C dan kontrol (tanpa pendinginan). Mengamati tanaman paprika yang mendapatkan perlakuan temperatur yang berbeda dari larutan nutrisi dengan sistem hidroponik (Dodd *et al.*, 2000) menyimpulkan bahwa pertumbuhan tanaman lebih cepat berkembang bila terkena suhu pendinginan 20°C, dibandingkan dengan suhu 30°C.

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh variasi suhu zona perakaran dan vernalisasi terhadap pertumbuhan bawang merah dalam upaya peningkatan produksi umbi bawang merah untuk pasokan umbi bawang merah nasional melalui sistem aeroponik di dataran rendah tropika basah.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di dalam *greenhouse* yang terletak di laboratorium lapangan Siswadhi Soeparjo pada bulan Februari-April 2016. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*), yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan empat ulangan. Petak utama adalah perlakuan vernalisasi yaitu pemberian temperatur rendah secara buatan dengan temperatur 5°C-10°C selama 4 minggu sebelum tanam (tanpa vernalisasi dan dengan vernalisasi). Anak petak berupa perbedaan suhu pendinginan larutan nutrisi 10°C, 15°C, dan tanpa pendinginan sebagai kontrol. Sehingga total kombinasi perlakuan sebanyak 6 kombinasi.

Adapun objek penelitian ini digunakan bawang merah varietas Bima yang umum tersedia dipasaran. Pada fase pertumbuhan yaitu dari vernalisasi hingga panen jumlah sampel yang digunakan sebanyak 45 sampel tiap perlakuan. Sehingga total sampel bawang merah yang digunakan ada 135 tanaman. Banyaknya sampel dianggap sebagai ulangan yang akan diamati karakteristik morfologi antara lain jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi, berat umbi, berat basah akar tanaman. Jumlah daun diamati setiap 7 hari sekali sejak benih mulai disemai hingga bawang merah berusia 60 hari. Metode pengukurannya yaitu dengan menghitung banyaknya daun muda sampai daun tua yang masih hijau dan tidak layu disetiap rumpun. Jumlah anakan metode pengukurannya yaitu dengan menghitung banyaknya jumlah anakan disetiap rumpun setiap 7 hari sekali sampai panen (bawang merah berusia 60 hari). Berat umbi metode pengukurannya yaitu dengan menimbang bobot basah umbi bawang merah setiap rumpun pada saat panen (bawang merah berusia 60 hari) menggunakan timbangan menggunakan timbangan *metler* PM-4800. Bobot Akar metode pengukurannya yaitu dengan menimbang bobot basah akar bawang merah setiap rumpun pada saat panen (bawang

merah berusia 60 hari) menggunakan timbangan menggunakan timbangan metler PM-4800. Penelitian menggunakan sistem aeroponik. Masing-masing *Chamber* aeroponik percobaan berukuran 1.5 m (P) x 1 m (L) x 1 m (T) dengan jarak tanam 15 cm x 15 cm. Jadi, dalam satu *chamber* terdapat 45 tanaman (terdapat 5 x 9 tanaman). Data hasil pengamatan diuji dengan analisa sidik ragam dilanjutkan ke uji statistik untuk mengetahui perlakuan terbaik budidaya bawang merah dengan sistem pendinginan zona perakaran di dataran rendah.

Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi di laboratorium *greenhouse* Siswadi Soeparjo pada bulan Februari-April 2016 dapat dilihat pada Tabel 1. Suhu udara harian di dalam *greenhouse* berkisar antara 22.8°C hingga 36.10°C dengan suhu tertinggi pada pukul 12.00 WIB. Kelembaban relatif udara di dalam *greenhouse* berkisar mulai 65% hingga 94%. Sedangkan untuk radiasi matahari di dalam *greenhouse* sebesar 5.5 W m⁻² hingga dengan radiasi tertinggi mencapai 287 W m⁻² pada pukul 12.00 WIB. Dari pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan *greenhouse* relatif bersuhu cukup tinggi untuk budidaya bawang merah.

Jumlah Daun Per Plot (tanaman)

Perhitungan jumlah daun merupakan salah satu parameter morfologi yang umum digunakan untuk menentukan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Perhitungan dimulai pada 23 HST saat daun telah tumbuh sempurna. Perlakuan pendinginan suhu dengan taraf yang berbeda berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada Tabel 2 terlihat bahwa pendinginan suhu memberikan pertambahan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan zona perakaran mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Perlakuan vernalisasi dan pendinginan suhu zona perakaran memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah daun. Pengecualian terdapat pada perlakuan kontrol yang menghasilkan peningkatan jumlah daun lebih sedikit jika dibandingkan dengan perlakuan pendinginan suhu 10°C dan 15°C. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh Margiwiyatno (2011) yang menunjukkan bahwa pendinginan suhu zona perakaran mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman bawang merah di dataran tinggi dengan variasi jenis media tanam.

Hasil sidik ragam menunjukkan beda nyata antara suhu pendinginan dengan vernalisasi terhadap jumlah daun pada umur tanaman 60 HST (Tabel 2).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah daun terbanyak diperoleh pada perlakuan non vernalisasi, suhu 10°C sebanyak 11 helai daun. Perlakuan pendinginan pada suhu berbeda nyata terhadap jumlah daun bawang merah. Hal ini membuktikan

Tabel 1. Rata-rata suhu udara, radiasi dan kelembaban udara di dalam rumah tanaman (27 Maret 2016).

Iklm mikro di dalam rumah tanaman	Nilai
Suhu udara maksimum (°C)	36.10
Suhu udara minimum (°C)	22.80
Rata-rata suhu udara siang (°C)	30.26
Rata-rata suhu udara malam (°C)	26.37
Rata-rata radiasi surya (W/m ²)	153.90
Rata-rata kelembaban relatif udara siang (%)	73.20

Tabel 2. Pengaruh suhu dan vernalisasi terhadap jumlah daun (helai) bawang merah.

Perlakuan	Suhu			Rerata
	10°C	15°C	Kontrol	
Vernalisasi	11.00	4.00	2.75	5.92b
Non Vernalisasi	11.25	5.75	7.50	8.17a
Rerata	11.13a	4.88b	5.13b	

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf P<0,05

bahwa pendinginan suhu larutan nutrisi mampu meningkatkan jumlah daun bawang merah. Hal ini diduga pendinginan zona perakaran meningkatkan aktivitas pembelahan sel dan giberelin endogen (Dinarty, 2011). Pada perlakuan vernalisasi dan non vernalisasi berbeda sangat nyata terhadap jumlah daun bawang merah. Hal ini diduga dikarenakan pada perlakuan vernalisasi menghabiskan energi pada umbi untuk pertunasan sehingga pada pertumbuhan fase vegetatif kurang maksimal. Berbeda halnya dengan umbi tanpa perlakuan vernalisasi (non vernalisasi) yang masih menyimpan banyak energi sehingga pertumbuhannya lebih baik dan optimal. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah daun pada perlakuan non vernalisasi lebih tinggi dibandingkan dengan vernalisasi. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan zona perakaran mampu meningkatkan pertumbuhan bawang merah dan menggantikan perlakuan vernalisasi.

Jumlah Anakan Per Plot (tanaman)

Perhitungan jumlah anakan merupakan salah satu parameter morfologi yang umum digunakan untuk menentukan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Dari hasil uji taraf P < 0.05 (Tabel 3) menunjukkan bahwa perlakuan pendinginan suhu zona perakaran menghasilkan jumlah anakan bawang merah lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan pendinginan berbeda nyata terhadap jumlah anakan. Hal ini diduga pendinginan zona perakaran meningkatkan aktivitas pembelahan sel dan giberelin endogen (Dinarty, 2011). Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan pendinginan

Tabel 3. Pengaruh suhu dan vernalisasi terhadap jumlah anakan (tanaman) bawang merah.

Perlakuan	Suhu			Rerata
	10°C	15°C	Kontrol	
Vernalisasi	4.25 ^a	4.75 ^a	2.00 ^b	3.67 ^b
Non Vernalisasi	4.75 ^a	4.50 ^a	4.75 ^a	4.67 ^a
Rerata	4.50 ^a	4.63 ^a	3.38 ^b	

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf P<0,05

pada suhu 15°C memiliki jumlah tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan 10°C dan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan zona perakaran mampu meningkatkan jumlah anakan bawang merah di dataran rendah tropika basah dibandingkan dengan kontrol (tanpa pendinginan).

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa perlakuan nilai rerata non vernalisasi menghasilkan nilai jumlah anakan yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan vernalisasi. Perlakuan vernalisasi dan non vernalisasi berbeda sangat nyata terhadap jumlah anakan (pada kondisi kontrol). Terjadi interaksi antara vernalisasi dan pendinginan suhu larutan nutrisi terhadap jumlah anakan. Begitu pula pada jumlah anakan hal ini diduga dikarenakan pada umbi yang mendapat perlakuan vernalisasi menghabiskan energi pada umbi untuk pertunasan selama masa penyimpanan sehingga pada pertumbuhan fase vegetatif kurang maksimal. Sedangkan pada umbi tanpa perlakuan vernalisasi (non vernalisasi) yang masih menyimpan banyak energi sehingga pertumbuhannya lebih baik dan optimal.

Jumlah Umbi Per Plot (umbi)

Berdasarkan sidik ragam terlihat bahwa vernalisasi dan pendinginan suhu larutan nutrisi berbeda sangat nyata terhadap jumlah umbi per plot (umbi). Dari Tabel 4 terlihat bahwa perlakuan non vernalisasi memiliki jumlah umbi lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan vernalisasi. Pada perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi 10°C, non vernalisasi menghasilkan jumlah umbi terbanyak dibandingkan perlakuan yang lainnya.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa bawang merah yang dibentuk pada masing-masing perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi sistem aeroponik. Umbi terbanyak dibentuk pada penanaman dengan pendinginan suhu 10°C dan diikuti pendinginan suhu 15°C dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pendinginan pada zona perakaran mampu memproduksi umbi yang banyak di dataran rendah. Selain itu dengan pendinginan suhu larutan nutrisi mampu menggantikan perlakuan vernalisasi pada budidaya bawang merah di dataran rendah tropika. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan non vernalisasi jauh lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan vernalisasi. Hal ini diduga dikarenakan pada

Tabel 4. Pengaruh suhu dan vernalisasi terhadap jumlah umbi (umbi) bawang merah.

Perlakuan	Suhu			Rerata
	10°C	15°C	Kontrol	
Vernalisasi	2.25	2.50	0.25	1.67 ^b
Non Vernalisasi	5.00	4.50	1.50	3.67 ^a
Rerata	11.13 ^a	4.88 ^a	5.13 ^b	

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf P<0,05

perlakuan vernalisasi menghabiskan energi pada umbi untuk pertunasan selama masa penyimpanan sehingga pada pertumbuhan fase vegetatif kurang maksimal dibandingkan dengan umbi tanpa perlakuan non vernalisasi. Jumlah umbi pada perlakuan suhu pendinginan lebih banyak. Hal ini diduga pendinginan suhu larutan nutrisi mampu meningkatkan aktivitas pembelahan sel pada tanaman sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman khususnya jumlah umbi. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh Margiwiyatno (2007) yang menunjukkan bahwa pendinginan suhu zona perakaran mampu meningkatkan bobot umbi bawang merah dan diameter umbi pada tanaman bawang merah di dataran tinggi dengan variasi jenis media tanam.

Berat Umbi Per Plot (tanaman)

Berdasarkan sidik ragam terlihat bahwa perlakuan vernalisasi larutan nutrisi tidak berbeda nyata. Interaksi keduanya pun tidak berpengaruh nyata terhadap bobot umbi per plot. Berdasarkan sidik ragam terlihat bahwa perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi berbeda sangat nyata terhadap berat umbi per plot. Dari Tabel 5 terlihat bahwa perlakuan non vernalisasi, pendinginan suhu larutan nutrisi 10°C tertinggi yaitu 15.75 gram.

Sama halnya dengan bobot umbi per tanaman pada Tabel 5 menunjukkan bahwa bawang merah yang dibentuk pada masing-masing perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi dengan sistem aeroponik. Umbi terberat/besar dibentuk pada penanaman dengan pendinginan suhu 10°C dan diikuti pendinginan suhu 15°C dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pendinginan pada zona perakaran mampu memproduksi umbi yang besar di dataran rendah tropika. Hal ini dikarenakan pada saat suhu dingin metabolisme tanaman menurun sehingga respirasi rendah dan tanaman fokus terhadap pembentukan umbi. Selain itu dengan pendinginan suhu larutan nutrisi mampu menggantikan perlakuan vernalisasi pada budidaya bawang merah di dataran rendah tropika basah. Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa pada bawang merah yang mempunyai jumlah umbi yang sedikit per tanamannya akan memiliki bobot umbi yang sedikit per tanamannya dan demikian sebaliknya. Sehingga suhu yang cocok untuk budidaya bawang merah

Tabel 5. Pengaruh suhu dan vernalisasi terhadap bobot umbi (gram) bawang merah.

Perlakuan	Suhu			Rerata
	10°C	15°C	Kontrol	
Vernalisasi	10.50	10.75	1.50	7.58
Non Vernalisasi	15.75	12.75	3.00	10.50
Rerata	13.13 ^a	11.75 ^a	2.25 ^b	

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf P<0,05

Tabel 6. Pengaruh suhu dan vernalisasi terhadap berat basah akar (gram) bawang merah.

Perlakuan	Suhu		
	10°C	15°C	Kontrol
Vernalisasi	5.00	4.50	1.75
Non Vernalisasi	4.25	3.50	1.00
Rerata	4.63 ^a	4.00 ^a	1.38 ^b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf P<0,05

didataran rendah tropika basah untuk memproduksi umbi adalah dengan pendinginan suhu 10°C, non vernalisasi.

Berat basah Akar Per Plot (tanaman)

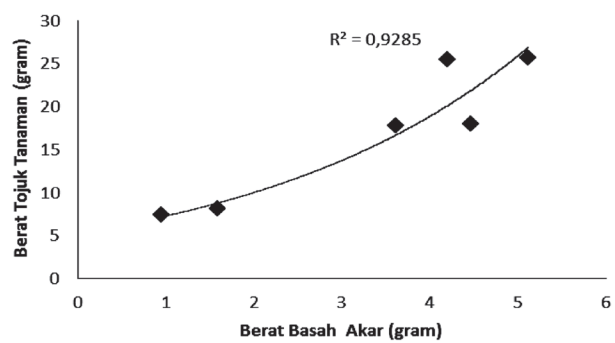
Berdasarkan sidik ragam terlihat bahwa perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi berbeda sangat nyata terhadap bobot akar. Namun, interaksi perlakuan vernalisasi dan pendinginan suhu larutan nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot umbi per plot. Dari Tabel 6 terlihat bahwa perlakuan vernalisasi, pendinginan suhu larutan nutrisi 10°C tertinggi yaitu 5.00 gram.

Bobot akar yang dipanen setelah 60 HST memperlihatkan bahwa pendinginan suhu larutan perakaran mampu meningkatkan berat basah akar tanaman. Pertumbuhan perakaran yang optimal mampu meningkatkan serapan hara oleh tanaman sehingga meningkatkan produktivitas bawang merah. Pada suhu 10°C terjadi peningkatan berat basah

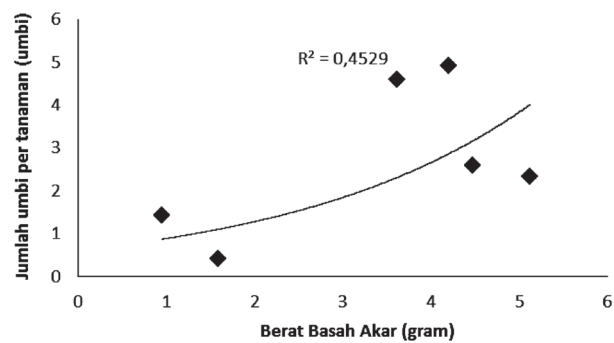
akar (Tabel 6). Hasil yang sama diperoleh pada pertumbuhan jumlah akar, panjang akar, dan panjang daun bawang merah (Dinarty *et al.*, 2011). Hasil yang sama pula diperoleh pada pertumbuhan akar dan daun kultur *Allium chinense* (Zhen *et al.*, 2008). Peningkatan nilai rata-rata dari variabel-variabel peubah tersebut diduga karena pada pendinginan suhu terutama pada suhu pendinginan 10°C terjadi peningkatan aktivitas pembelahan sel terutama auksin yang mampu meningkatkan pertumbuhan akar. Pada penelitian ini penggunaan pendinginan terbatas zona perakaran (*root zone cooling system*) menunjukkan tanaman ini mampu beradaptasi pada dataran rendah daerah tropis yang cukup tinggi dibanding daerah asalnya meskipun dengan tingginya suhu ruangan rumah tanaman.

Hubungan berat basah akar terhadap produktivitas bawang merah (tanaman)

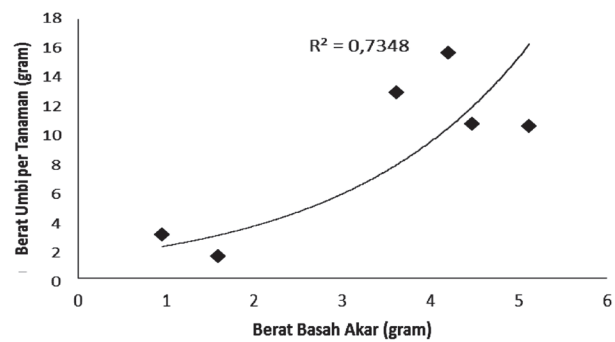
Pengaruh berat basah akar terhadap berbagai



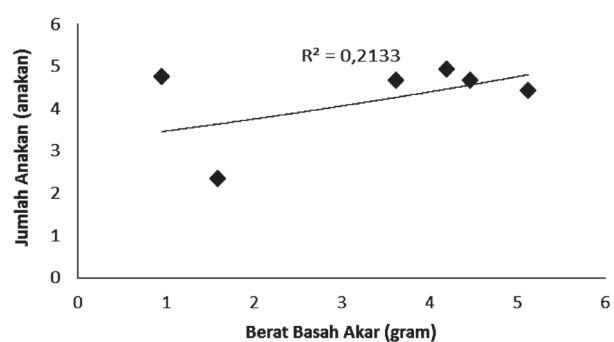
Gambar (a)



Gambar (b)



Gambar (c)



Gambar (d)

Gambar 1. Grafik hubungan berat basah akar dengan beberapa variabel ukur tanaman bawang merah; a) berat tajuik tanaman, b) jumlah umbi, c) berat umbi, d) jumlah anakan.

variabel peubah yakni berat tajuk tanaman, jumlah umbi per plot tanaman, berat umbi per tanaman, dan jumlah anakan pertanaman menunjukkan korelasi yang cukup erat. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 1a dan 1c, di mana nilai R^2 dari masing-masing grafik cukup besar diatas 0.5. Namun pada Gambar 1b dan 1d tidak menunjukkan korelasi yang erat. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 1b dan 1d, di mana nilai R^2 dari masing-masing grafik sangat kecil dibawah 0.5. Secara umum dari penelitian ini belum dapat disimpulkan bahwa berat basah akar linier dengan variabel peubah yang diamati.

Pada Gambar 1a dan 1c dapat diketahui bahwa berat basah akar berhubungan erat dengan tajuk tanaman dengan nilai R^2 mencapai 0.93, begitu pula berat basah akar berhubungan erat dengan berat umbi dengan nilai R^2 mencapai 0.73. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmi *et al.* (2007) pertumbuhan akar yang optimal mampu meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman kemudian dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan menghasilkan tongkol yang lebih besar dan lebih berat pada tanaman jagung manis. Kastono (2005) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman terjadi karena adanya proses-proses pembelahan sel dan pemanjangan sel dimana proses-proses tersebut memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar. Menurut Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa pertumbuhan dan produksi suatu tanaman dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tumbuhnya. Salah satu faktor lingkungan tumbuh yang penting bagi pertumbuhan tanaman adalah ketersediaan unsur hara dan pengendalian organisme pengganggu tanaman.

Simpulan

Konsep pendinginan terbatas (*zone cooling*) zona perakaran sistem aeroponik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah di dataran rendah. Perlakuan pendinginan suhu larutan nutrisi berbeda sangat nyata terhadap jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi, berat umbi dan berat akar tanaman. Suhu yang cocok untuk budidaya bawang merah didataran rendah tropika basah untuk memproduksi umbi adalah dengan pendinginan suhu 10°C, non vernalisasi.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan dana penelitian.

Daftar Pustaka

- Dinarty, D., Purwoko, S. B., Purwito, A., dan Susila, D. A. 2011. Perbanyak Tunas Mikro pada Beberapa Umur Simpan Umbi dan Pembentukan Umbi Mikro Bawang Merah pada Dua Suhu Ruang Kultur. *J. Agron Indonesia* 39(2) : 97-102.
- Dodd, I.C., He, J., Turnbull, C.G.N., Lee, S.K, Critchley, C. 2000. The Influence of Supraoptimal Root-zone Temperatures on Growth and Stomatal Conductance in *Capsicum annum* L. *Journal of experimental botany* 51: 239-248.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. 1991. *Physiology of Crop Plants* (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa oleh Susilo). UI Press. Jakarta. 432p.
- Harris, D. 1994. *The Illustrated Guide to Hydroponics*. London (GB): New Holland Publishers, Ltd.
- Kastono, D. 2005. Tanggapan Pertumbuhan dan hasil Kedelai Hitam Terhadap Penggunaan Pupuk Organik dan Biopestisida Gulma Siam (*Chromolaena odorata*). *Ilmu Pertanian Vol. 12 No. 2* : 103 -116.
- Margiwiyatno, A. 2007. Pengaruh Pendinginan Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah Pada Sistem Hidroponik dengan Empat macam Media Tanam. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian yang Dibiayai oleh Hibah Kompetitif*. Bogor.
- Margiwiyatno, A. 2011. Modifikasi Iklim Mikro pada Bawang Merah Hidroponik dalam rangka Memperoleh Bibit Bermutu. *Jurnal Keteknik Pertanian Vol. 25 No. 1*.
- Muhlizah, F. dan Hening, S. 2000. *Sayur dan bumbu dapur berkhasiat obat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahmi, A. dan Jumiati. 2007. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Penyemprotan Pupuk Organik Cair Super ACI terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis. *ISSN : 0215 8620 Agritrop*, 26 (3) : 105-109.
- Resh, H.M. 2004. *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook of Soilless Food Growing Methods*. 6th Ed. New Jersey (US): Newconcept Pr, Inc.
- Roberto, K. 2003. *How to Hydroponics*. 4th Ed. New York (US): The Futuregarden Pr.
- Suhardiyanto, H. 2009. *Teknologi Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah*. IPB Press. Bogor.
- Sumarni, N. dan Sumiati, E. 2001. Pengaruh vernalisasi, giberelin dan auksin terhadap pembungaan dan hasil biji bawang merah. *Jurnal Hortikultura* 11: 1-8.
- Sumarni, N., Setiawati, W., Wulandari, A., dan Ahsol, H. 2012. Perbaikan Teknologi Produksi Benih Bawang Merah (TSS) Untuk Meningkatkan Seed Set. *Balai Penelitian Tanaman Sayuran*, Lembang.
- Zhen, X., Yeong-Cheol, U., Chun-Hwan, K., Gang, L., DePing, G., Hai-Lin L., Amadou A., Aining, M.. 2008. Effect of plant growth regulators, temperature and sucrose on shoot proliferation from the stem disc of Chinese jiaotou (*Allium chinense*) and invitro bulblet formation. *Acta Physiol. Plant.* 30:521-52.