

Produksi Umbi Mini Kentang Secara Aeroponik Melalui Penentuan Dosis Optimum Pupuk Daun Nitrogen (*Minituber Production of Potato Aeroponically by Determining Optimum Rate of Nitrogen Foliar Fertilizer*)

Dianawati, M¹⁾, Ilyas, S²⁾, Wattimena, GA²⁾, dan Susila, AD²⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Jl. Kayuambon 80, Lembang, Bandung Barat 40391

²⁾Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Jl Raya Dramaga, Bogor 16680

E-mail: meksyd@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 27 November 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 20 Februari 2013

ABSTRAK. Persentase stolon menjadi umbi pada produksi umbi mini kentang secara aeroponik diperkirakan hanya 5–10%, sehingga masih terdapat peluang untuk meningkatkan produksi umbi mini dengan melakukan induksi pengumbian. Penelitian bertujuan untuk meningkatkan produksi umbi mini kentang melalui peningkatan induksi pengumbian dengan berbagai dosis pupuk daun nitrogen. Percobaan dilaksanakan di Rumah Plastik di Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat mulai Bulan Desember 2010 sampai dengan Juli 2011. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan satu faktor dosis pupuk daun nitrogen yaitu 0, 500, 1000, 2000, dan 4000 ppm N dengan enam ulangan. Pupuk nitrogen yang digunakan ialah $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ yang diaplikasikan 1, 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk daun nitrogen $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dapat meningkatkan produksi umbi mini kentang melalui peningkatan bobot umbi per tanaman sebesar 17%, tetapi belum dapat meningkatkan induksi pengumbian tanaman kentang pada sistem aeroponik. Dosis optimum pupuk daun nitrogen $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ untuk bobot umbi per tanaman maksimum ialah 2173 ppm. Peningkatan bobot umbi mini per tanaman pada sistem aeroponik dapat memberikan manfaat sebagai sumber benih.

Katakunci: Aeroponik; Dosis pupuk daun nitrogen; Umbi mini kentang; *Solanum tuberosum*

ABSTRACT. Percentage of stolon become tuber on minituber production aeroponically is rather low only 5–10%, so that it has a high potency to increase tuber production by tuberizing induction. The research was conducted to increase minituber production by increasing tuberizing induction using several rates of nitrogen foliar fertilizer. This experiment was done in a plastic house at Lembang, West Bandung, West Java from December 2010 until July 2011. Randomized block design was used with one factor of nitrogen foliar fertilizer rates i.e. 0, 500, 1000, 2000, and 4000 ppm of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ in six replications. The fertilizer was applied at 1, 2, 3, and 4 weeks after planting. The results showed that nitrogen foliar fertilizer $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ could increase tuber production by increasing tuber weight per plant 17%, but no increasing tuberizing induction of potato aeroponically yet. The optimum rate of nitrogen foliar fertilizer $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ for highest tuber weight per plant was 2173 ppm. Increasing of tuber weight per plant on aeroponics system will give more benefit as seed source.

Keywords: Aeroponics; Nitrogen rate of foliar fertilizer; Potato minituber; *Solanum tuberosum*

Salah satu penyebab rendahnya produksi kentang ialah rendahnya penggunaan benih kentang berkualitas karena ketersediaannya yang terbatas (Muhibuddin *et al.* 2009). Peningkatan kebutuhan kentang akan diikuti dengan peningkatan permintaan benih kentang baik generasi G0, G1, G2, G3 maupun G4, baik di tingkat penangkar benih maupun tingkat petani konsumsi di lapangan. Ketersediaan benih kentang bersertifikat nasional saat ini baru mencapai 6% dari kebutuhan total 128,6 ribu ton benih per tahun (Direktorat Jenderal Hortikultura 2008). Sementara itu biaya pengadaan benih kentang cukup tinggi, yaitu sekitar 40–50% dari total biaya produksi kentang, sehingga petani terkadang memilih menyisihkan sebagian hasil panen untuk benih musim tanam berikutnya.

Usaha pengadaan benih kentang berkualitas terus dilakukan terutama melalui teknik kultur jaringan. Teknik ini dapat menyediakan umbi mikro dan stek mikro kentang yang bebas patogen, seragam, dan tidak bergantung musim. Selanjutnya umbi mikro dan stek mikro diperbanyak untuk menghasilkan umbi

mini kentang. Produksi umbi mini kentang secara aeroponik dengan cara pengabutan hara pada akar tanaman mulai dikembangkan di Indonesia. Hasil umbi mini kentang secara konvensional sekitar 3–5 umbi per tanaman (Adiyoga *et al.* 2004), sedangkan secara aeroponik sekitar 16–29 umbi per tanaman pada penelitian Muhibuddin *et al.* (2009). Tingginya produksi dengan aeroponik terutama disebabkan karena efisiensi penyerapan hara yang tinggi, dapat dipanen berkali-kali, perkembangan stolon yang tinggi, relatif bebas hama penyakit, dan terdapat kemudahan dalam pengontrolan tanaman (Ritter *et al.* 2001, Nugaliyadde *et al.* 2005, Farran & Castel 2006, Correa *et al.* 2009).

Tidak adanya penghalang pada perakaran dalam sistem aeroponik menyebabkan jumlah stolon primer dapat tumbuh mencapai jumlah lebih dari 10 (Nugaliyadde *et al.* 2005) dengan jumlah cabang stolon sekunder berkisar antara 10–15. Namun demikian, persentase stolon menjadi umbi diperkirakan hanya 5–10%, sehingga masih terdapat peluang untuk meningkatkan produksi umbi mini kentang dengan

melakukan induksi pengumbian. Muhibuddin *et al.* (2009) telah menemukan bahwa penambahan NPK (10:12:16) ppm dalam larutan AB mix dapat meningkatkan jumlah umbi 36% dibandingkan tanpa NPK. Selanjutnya penelitian ini mencoba menginduksi pengumbian pada larutan AB mix + NPK tersebut menggunakan berbagai dosis pupuk daun nitrogen.

Ritter *et al.* (2001) menyatakan bahwa peningkatan pertumbuhan vegetatif akibat suplai nitrogen yang tidak terbatas pada sistem aeroponik dapat menunda pengumbian dan memperpanjang umur panen umbi. Umur panen yang terlalu panjang dapat meningkatkan kemungkinan terserang penyakit dan cekaman lingkungan, sehingga sangat berisiko untuk produksi umbi benih kentang. Beberapa perlakuan pengubahan pertumbuhan vegetatif menjadi pertumbuhan umbi yang telah diteliti pada sistem aeroponik antara lain ialah pengurangan hara nitrogen. Chang *et al.* (2008) melaporkan bahwa pengurangan hara nitrogen pada 35–45 HST dapat meningkatkan jumlah umbi sebesar 18%.

Pupuk daun sering diaplikasikan pada produksi benih kentang baik pada sistem konvensional maupun pada sistem aeroponik, namun demikian pengaruhnya sangat bervariasi. Mariana (2009) menemukan bahwa perlakuan pupuk daun Super ACI (15:12:8) sebanyak 3 cc pada varietas Atlantik dapat meningkatkan jumlah umbi 61%. Zengshuo *et al.* (2010) melaporkan bahwa 4 g/l pupuk daun KH_2PO_4 dapat meningkatkan jumlah stolon, jumlah umbi besar, dan hasil umbi. Dosis pupuk daun yang terlalu tinggi dapat menyebabkan daun terbakar, terbuang, atau meracuni tanaman, sedangkan dosis terlalu rendah tidak dapat memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Oleh karena itu Karjadi (1993) menyarankan agar pupuk daun diberikan dalam jumlah sedikit, tetapi sering dengan jenis pupuk yang tidak merusak daun. Ani (2004) melaporkan bahwa pemberian 0,5% pupuk daun Urea terhadap stek umbi kentang Granola dapat meningkatkan jumlah umbi per plot kelas A.

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditarik hipotesis bahwa terdapat dosis optimum pupuk daun nitrogen yang dapat meningkatkan produksi umbi mini kentang pada sistem aeroponik. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi umbi mini kentang pada sistem aeroponik menggunakan berbagai dosis pupuk daun nitrogen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik di Lembang, Bandung Barat, pada ketinggian sekitar

1200 m dpl. dari Bulan Desember 2010 sampai dengan Juli 2011. Rumah plastik terbuat dari bambu berukuran 20 x 13 m, berdinding kain kassa dan beratap plastik.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan satu faktor perlakuan dan enam ulangan. Faktor perlakuan yang diuji ialah dosis pupuk daun nitrogen, yaitu 0, 500, 1000, 2000, dan 4000 ppm atau setara dengan 0; 2,9; 5,8; 11,7; dan 23,4 g/l $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Perbanyak Bibit Kentang Secara Hidroponik

Planlet varietas Granola umur 1 bulan dibersihkan dari media agar dan dipotong sebagian daun dan akarnya. Planlet kemudian ditanam pada media pembibitan (arang sekam : pupuk kandang kuda steril = 1:1) sistem hidroponik *nutrient film technique* (NFT) dengan jarak tanam 5 x 5 cm. Bibit dilindungi dari cahaya matahari langsung dengan paranet. Penyemprotan dengan pestisida disesuaikan dengan kondisi serangan hama penyakit tanaman.

Perbanyak bibit dengan penyetekan dilakukan pertama kali setelah planlet berumur 3–4 minggu di pembibitan. Bibit stek siap distek kembali bila telah memiliki 5–7 daun, batang kuat, dan berakar sehat. Setelah stek ketiga berumur 2 minggu, bibit dipindah tanam ke sistem aeroponik.

Produksi Umbi Mini Secara Aeroponik

Bak aeroponik terbuat dari kayu dengan tinggi 1 m dan lebar 0,8 m yang dibungkus mulsa hitam perak. Permukaan bak berupa styroform 1 x 1 m dibungkus mulsa hitam perak sebagai satu unit perlakuan. Satu unit perlakuan terdiri dari 36 tanaman dengan jarak tanam 15 x 15 cm, sehingga satu unit percobaan terdiri dari 30 bak aeroponik. Sirkulasi nutrisi menggunakan pipa paralon yang digerakkan dengan pompa air bertekanan 1,5–2,0 atm.

Bibit hasil perbanyak dengan sistem hidroponik dipindahtanamkan ke sistem aeroponik dan kemudian ditutup dengan *rockwool* untuk menyangga batang tanaman. Stek dilindungi dari cahaya matahari langsung dengan paranet selama seminggu pertama. Larutan AB mix yang digunakan mengandung 225 ppm NO_3^- , 25 ppm NH_4^+ , 75 ppm P, 400 ppm K, 175 ppm Ca, 75 ppm Mg, 136 ppm S, 3 ppm Fe, 2 ppm Mn, 0,2 ppm Cu, 0,3 ppm Zn, 0,7 ppm B, dan 0,05 ppm Mo (Muhibuddin *et al.* 2009). Larutan AB mix dialirkan melalui *sprinkler* secara otomatis. Daya hantar elektrolit (EC) dan kemasaman (pH) nutrisi dipelihara pada nilai masing-masing 1,5–2 mS/m dan 5,8–6. Daya hantar elektrolit disesuaikan dengan penambahan nutrisi, sedangkan kemasaman disesuaikan dengan larutan H_2SO_4 atau NaOH. Pupuk nitrogen yang digunakan ialah $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dengan kandungan 13,72% N dan diaplikasikan pada 1–4 MST.

Pemeliharaan bibit kentang antara lain ialah pengendalian hama dan penyakit apabila terdapat indikasi adanya serangan, pengecekan suhu dan kelembaban dengan *termohigrometer*, pengecekan *sprinkler* agar nutrisi yang disemprotkan berjalan lancar, dan pengecekan kepekatan larutan hara menggunakan EC dan pH meter. Lima hari sebelum panen, penyemprotan hara melalui *sprinkler* dihentikan. Panen dilakukan pada umur 90 hari setelah pindah tanam ketika daun sudah mengering.

Pengamatan dan Metode Analisis

Pertumbuhan tanaman yang diamati ialah tinggi tanaman (cm) sejak 1 hingga 8 minggu setelah pindah tanam sebanyak lima tanaman sampel. Tanaman diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh terakhir. Pertumbuhan tanaman sebanyak satu tanaman dipanen pada umur 3, 4, dan 5 MST untuk diamati bobot tajuk tanaman (g), bobot akar (g), bobot segar tanaman (g), bobot kering tanaman (g), dan luas daun (cm²). Luas daun dihitung berdasarkan metode gravimetri dengan rumus bobot kertas replika daun dibagi bobot total kertas dikalikan luas total kertas (Sitompul & Guritno 1995).

Pengamatan hasil panen umbi antara lain berupa jumlah stolon per tanaman (buah), persentase stolon efektif (%), jumlah inisiasi umbi (buah), jumlah umbi per tanaman (buah), dan persentase jumlah umbi berdasarkan standar bobot umbi, bobot kering tanaman, bobot kering umbi, dan indeks panen. Stolon mulai dihitung apabila panjangnya sudah mencapai 1 cm. Inisiasi umbi terjadi bila ujung stolon mencapai dua kali diameter stolon atau stolon membengkak sekitar 0,5 cm (Adisarwanto 1993). Persentase stolon efektif merupakan pembagian jumlah umbi dengan jumlah stolon dikalikan 100%. Semua benih dihitung berdasarkan standar bobot umbi besar (>10 g), sedang (1–10 g), dan kecil (<1 g). Bobot kering tanaman (g)

merupakan gabungan bobot brangkasan, akar, dan umbi yang dikeringanginkan selama 5 hari per tanaman dan per petak. Indeks panen merupakan pembagian bobot kering umbi dengan bobot kering tanaman dikalikan 100%.

Data dianalisis dengan analisis varian dan bila terdapat beda nyata, dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal dengan tingkat kepercayaan 0,05. Analisis dilakukan terhadap peubah pengamatan dengan software SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

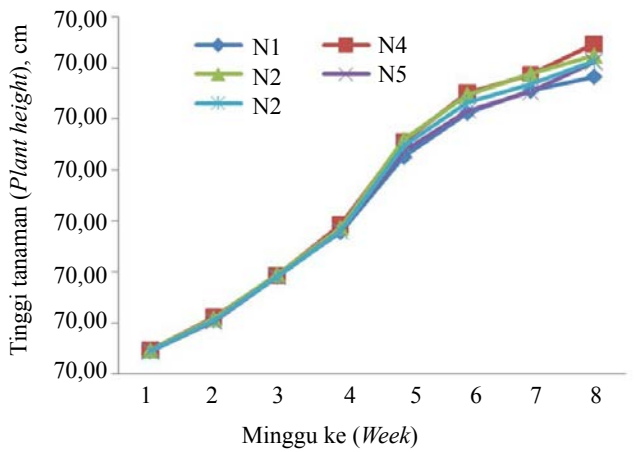
Semua peubah pengamatan pada minggu ke-3 dan ke-5 (data tidak diperlihatkan) tidak berbeda nyata dengan adanya perlakuan dosis pupuk daun N, tetapi perbedaan nyata terjadi pada minggu ke-4 (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan dosis pupuk daun N hanya berpengaruh pada minggu ke-4, saat terjadi pelonjakan pertumbuhan tinggi tanaman (Gambar 1). Tinggi tanaman terus meningkat hingga minggu ke-8. Pertumbuhan tinggi tanaman terlihat ekponensial antara minggu ke-4 dan ke-5. Tanaman mulai menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang mendatar pada minggu ke-6. Pada saat terjadi pelonjakan pertumbuhan tinggi tanaman tersebut diduga tanaman membutuhkan hara N lebih tinggi, selain hara yang tersedia dalam AB mix. Collings (1975) menyatakan bahwa pada saat kebutuhan metabolik tinggi, dapat diberikan pupuk tambahan melalui daun.

Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bobot tajuk, bobot segar, bobot kering, dan luas daun pada 4 MST membentuk kurva kuadratik dengan adanya perlakuan dosis pupuk daun N (Tabel 1). Nilai R²

Tabel 1. Pengaruh dosis pupuk daun N terhadap peubah pertumbuhan pada 4 MST (*The effect of N foliar fertilizer rate on growth variable at 4 WAP*)

Dosis pupuk daun N (<i>Rates of N foliar fertilizer</i>) ppm	Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>) cm	Jumlah cabang (<i>Numbers of branch</i>)	Bobot akar (<i>Root weight</i>) g	Bobot tajuk (<i>Shoot weight</i>) g	Bobot segar tanaman (<i>Plant fresh weight</i>) g	Bobot kering tanaman (<i>Plant dry weight</i>) g	Luas daun (<i>Leaf area</i>) cm ²
0	24,50	12,67	1,03	7,31	8,34	1,02	232,31
500	23,33	12,33	1,35	7,69	9,04	1,04	235,73
1000	23,67	12,67	1,21	7,99	9,20	1,08	248,93
2000	25,00	12,67	1,54	8,94	10,48	1,29	283,77
4000	23,67	12,67	1,21	8,05	9,26	1,00	262,32
Respons (<i>Response</i>)	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)	Q*	Q*	Q*	L*Q*
KK (<i>CV</i>), %	5,28	2,05	30,44	6,48	7,71	7,23	7,88

tn (*ns*) : Tidak beda nyata pada P<0,05 (*No significant*) *: Beda nyata pada P<0,05 (*Significant at P<0,05, respectively*)
L : Linier (*Linear*), Q : Kuadratik (*Quadratic*)

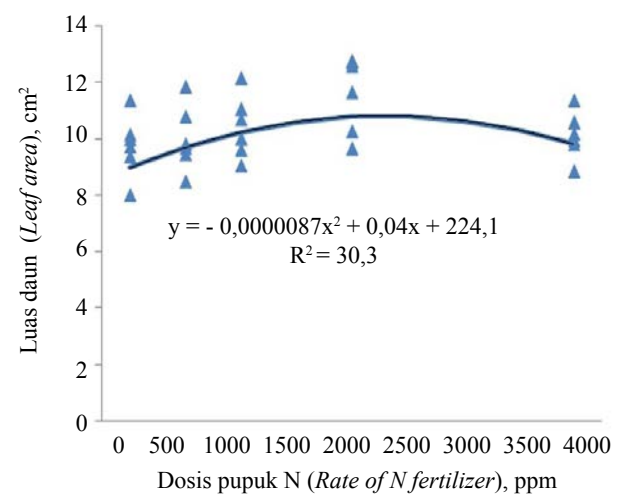
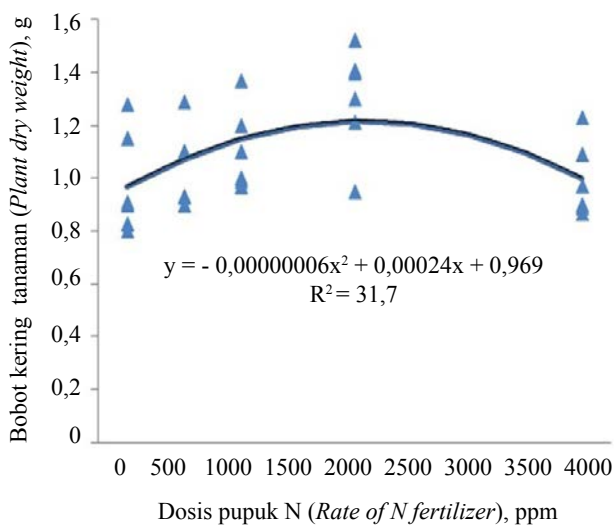
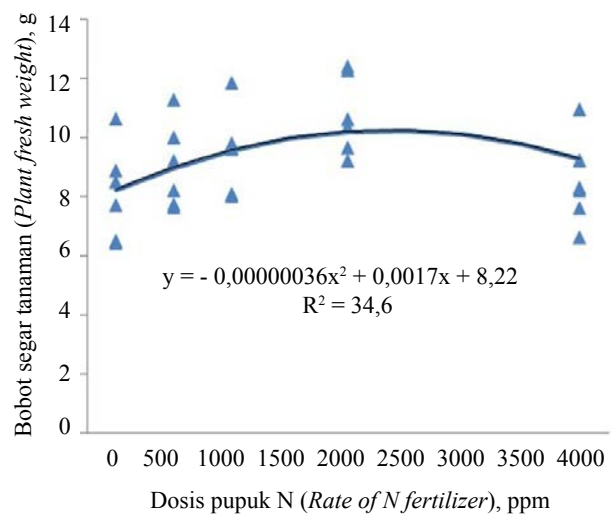
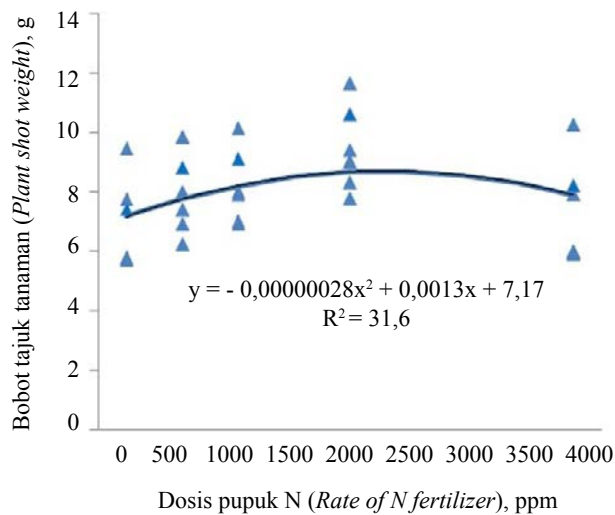


N1 = 0 ppm, N2 = 500 ppm, N3 = 1000 ppm, N4 = 2000 ppm, N5 = 4000

Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman kentang 1–8 MST pada berbagai dosis pupuk daun nitrogen (*Growth of plant height 1–8th weeks on many rates of N foliar fertilizer*)

peubah pengamatan bobot tajuk, bobot segar, bobot kering, dan luas daun ialah rendah di bawah 80% (Tabel 2) akibat tingginya variasi antarulangan. Perbedaan antarulangan disebabkan karena perbedaan kondisi stek tanaman saat dipindahtanamkan ke sistem aeroponik. Stek ulangan ketiga berumur lebih tua dibandingkan stek ulangan kesatu dan kedua karena keterbatasan jumlah planlet, sehingga pertumbuhan tanaman ulangan ketiga lebih rendah.

Bobot tajuk tanaman maksimum sebesar 8,7 g diperoleh apabila dosis optimum pupuk daun N yang digunakan ialah 2.414 ppm. Bobot segar maksimum 10,2 g diperoleh bila menggunakan dosis optimum pupuk daun N sebesar 2374 ppm. Bobot kering tanaman maksimum 1,2 g diperoleh bila dosis optimum pupuk daun N ialah 2086 ppm. Luas daun maksimum sebesar 269,9 cm² diperoleh dengan dosis optimum pupuk daun N sebesar 2430 ppm. Dengan demikian



Gambar 2. Kurva kuadrat bobot tajuk tanaman (a), bobot segar tanaman (b), bobot kering tanaman (c), dan luas daun (d) 4 MST pada berbagai dosis pupuk daun N (*Quadratic curve of plant shoot weight (a) plant fresh weight (b), plant dry weight (c), and leaf area (d) at 4 WAP on many rates of N foliar fertilizer*)

Tabel 2. Persamaan kuadratik peubah pertumbuhan 4 MST pada berbagai dosis pupuk daun N (*Quadratic equation of growth variable 4th WAP on many rates of N foliar fertilizer*)

Peubah pengamatan (<i>Growth variable</i>)	Persamaan kuadratik (<i>Kuadratic equation</i>)	R ²	Dosis optimum (<i>Optimum rate</i>) ppm	Hasil maksimum (<i>Maximum yield</i>)
Bobot tajuk (<i>Shoot weight</i>)	$Y=7,17 + 0,0013 X - 0,00000028 X^2$	31,6	2,414	8,7 g
Bobot segar tanaman (<i>Plant fresh weight</i>)	$Y = 8,22 + 0,0017 X - 0,00000036 X^2$	34,6	2,374	10,2 g
Bobot kering tanaman (<i>Plant dry weight</i>)	$Y = 0,969 + 0,00024 X - 0,00000006 X^2$	31,7	2,086	1,2 g
Luas daun (<i>Leaf area</i>)	$Y = 224,1 + 0,04 X - 0,00000087 X^2$	30,3	2,430	269,9 cm ²

kisaran dosis pupuk daun N optimum pada 4 MST ialah 2086–2430 ppm. Untuk membentuk bobot kering tanaman maksimum diperlukan dosis pupuk daun N lebih rendah dibandingkan untuk membentuk bobot tajuk tanaman, bobot segar tanaman, dan luas daun tanaman (Tabel 2). Di bawah atau di atas dari dosis optimum dapat menurunkan bobot tajuk, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, dan luas daun.

Pemberian hara N melalui daun dengan berbagai dosis memengaruhi luas daun tanaman. Banyak penelitian melaporkan pentingnya hara N untuk pertumbuhan daun (Vos & Biemond 1992, Zebarth & Rosen 2007, Vos 2009, Zelalem *et al.* 2009). Vos (2009) menyatakan bahwa tanaman kentang menyesuaikan perkembangan daunnya dengan memelihara produktivitas per unit luas daun melalui ukuran daun. Tingginya luas daun pada penelitian ini disebabkan tumbuhnya daun cabang lateral apikal kedua dengan ukuran lebih luas seperti yang terjadi pada penelitian Vos dan Biemond (1992). Luas daun yang tinggi akibat pemberian pupuk N dapat meningkatkan intersepsi cahaya matahari, sehingga asimilat yang dihasilkan untuk membentuk bobot kering tanaman juga meningkat (Zelalem *et al.* 2009). Zebarth & Rosen (2007) menyatakan bahwa hara N berperan penting

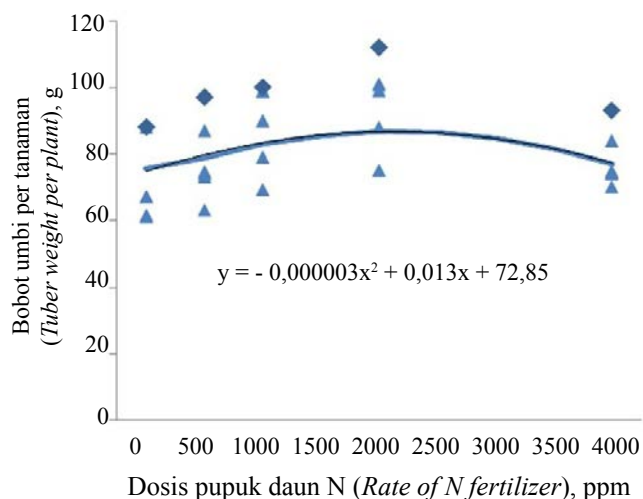
terhadap perkembangan kanopi dan akumulasi bobot kering tanaman. Namun peningkatan dosis N di atas dosis optimum dapat menurunkan pertumbuhan daun, meskipun tidak sampai menyebabkan daun terbakar. Ani (2004) melaporkan bahwa peningkatan dosis pupuk daun Urea di atas 0,5% dapat menurunkan luas daun stek tanaman kentang.

Perbedaan dosis pupuk daun N tidak memengaruhi jumlah stolon, jumlah inisiasi umbi, dan jumlah umbi minggu ke-3, 4, dan 5 (Tabel 3). Hal ini karena tingginya variasi antarperlakuan pada awal pertumbuhan yang menyebabkan tingginya koefisien keragaman dari ketiga peubah pengamatan tersebut. Tingginya variasi antarperlakuan diduga karena pertumbuhan stolon dan umbi yang masih sedikit pada awal pertumbuhan sangat peka terhadap perubahan iklim mikro di daerah perakaran pada sistem aeroponik dibandingkan pertumbuhan tanaman bagian atas. Semakin lama, variasi antarperlakuan tersebut menurun dengan meningkatnya pertumbuhan inisiasi umbi dan umbi. Tidak berbeda nyata pertumbuhan stolon, inisiasi umbi, dan umbi pada 3, 4, dan 5 MST dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian nutrisi kontinyu yang disemprotkan melalui *sprinkler* langsung ke akar sudah cukup bagi tanaman untuk

Tabel 3. Pengaruh dosis pupuk daun N terhadap pertumbuhan umbi di berbagai waktu panen (*The effect of N foliar fertilizer rates on tuber growth at many harvest times*)

Dosis pupuk daun N (<i>Rates of N foliar fertilization</i>) ppm	Jumlah (<i>Number</i>)							
	3 MST		4 MST			5 MST		
	Stolon	Inisiasi umbi (<i>Tuber initiation</i>)	Stolon	Inisiasi umbi (<i>Tuber initiation</i>)	Umbi (<i>Tuber</i>)	Stolon	Inisiasi umbi (<i>Tuber initiation</i>)	Umbi (<i>Tuber</i>)
0	4,00	0,33	4,67	2,00	0,33	9,33	6,00	3,00
500	3,00	0,33	6,00	4,67	0,67	11,00	16,67	5,00
1000	3,00	0,67	5,33	4,67	0,67	15,00	17,00	3,00
2000	3,33	0,67	7,33	3,67	0,33	9,67	9,00	4,00
4000	2,67	0,00	6,00	4,33	0,33	9,00	10,67	3,33
KK (<i>CV</i>), %	35,86 (15,2)*	133,1 (18,9)*	24,9	66,3 (26,1)*	135,5 (21,9)*	32,26	40,0 (19,0)*	56 (25,5)*

* Transformasi akar kuadrat + 1 (*Transformation of root square + 1*)



Gambar 5. Kurva kuadratik bobot umbi per tanaman pada berbagai dosis pupuk daun N (Quadratic curve of tuber weight per plant on many rates of N foliar fertilizer)

memenuhi pertumbuhan stolon, sehingga tambahan hara dari pupuk daun kurang berpengaruh terhadap pertumbuhan stolon, inisiasi umbi, dan umbi.

Umbi belum terbentuk pada 3 MST, tetapi telah terjadi inisiasi umbi, kecuali pada perlakuan 4000 ppm pupuk daun N. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nugaltiyadde *et al.* (2005) pada sistem aeroponik yang menunjukkan bahwa inisiasi umbi terjadi pada 3 MST dan berbeda dengan inisiasi umbi tanaman kentang dalam tanah sekitar 5–7 MST (Adiyoga *et al.* 2004). Lebih cepatnya inisiasi umbi pada sistem aeroponik dibandingkan sistem konvensional dalam tanah dapat menjadi penyebab lebih tingginya hasil umbi kentang pada sistem aeroponik. Menurut Adisarwanto (1993), inisiasi umbi yang lebih awal menyebabkan semakin

lama periode pengisian umbi, sehingga hasil umbi meningkat.

Pemberian 500 dan 1000 ppm pupuk daun N menyebabkan jumlah stolon dan jumlah inisiasi umbi 5 MST cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya dosis pupuk daun N sebesar 4000 ppm pada 5 MST cenderung menghambat terjadinya inisiasi umbi. Jackson (1990) menyatakan bahwa pemberian N yang tinggi dapat menunda atau mencegah pengumbian. Penundaan inisiasi umbi dapat meningkatkan potensi penurunan hasil dan kualitas karena kurangnya waktu untuk pengisian umbi. Zelalem *et al.* (2009) menyatakan bahwa pemberian N terlalu tinggi dapat menunda pengumbian 4–9 hari. Bahkan menurut Jackson (1990), apabila tanaman yang sudah berumbi tetapi masih diberikan N yang tinggi, maka pertumbuhan umbi dapat berhenti dan stolon kembali tumbuh. Correa *et al.* (2009) menyatakan bahwa penundaan pembentukan umbi akibat N yang berlebihan disebabkan karena translokasi karbon dari daun ke umbi rendah, sedangkan translokasi N ke daun baru meningkat daripada ke umbi.

Umbi kemudian mulai terbentuk pada minggu ke-4 (Tabel 3). Umbi pertama yang terbentuk pada varietas Granola yang digunakan penelitian ini sama dengan varietas Superior (26-30 HST), tetapi lebih cepat dibandingkan dengan varietas Atlantik (43-53 HST) berdasarkan penelitian sistem aeroponik yang dilakukan oleh Chang *et al.* (2008).

Hasil Tanaman

Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan perbedaan dosis pupuk daun N membentuk kurva kuadratik terhadap bobot umbi per tanaman $Y = 72,85 + 0,013 X - 0,000003 X^2$. Persamaan ini memiliki nilai R^2 yang rendah sebesar 44,5. Bobot umbi per tanaman

Tabel 4. Pengaruh dosis pupuk daun N terhadap peubah pengumbian hasil panen (The effect of N foliar fertilizer rates on tuber harvest)

Dosis pupuk daun N (Rates of N foliar fertilizer) ppm	Jumlah (Number)			Stolon efektif (Effective stolon) %	Bobot (Weight)			Indeks panen (Harvest index)
	Stolon	Inisiasi umbi (Tuber initiation)	Umbi (Tuber)		Umbi per tanaman (Tuber/plant), g	Kering tanaman (Plant dry) g	Umbi per petak (Tuber/plot), kg	
0	63,60	15,67	17,94	29,51	72,13	92,22	2,54	78,43
500	62,80	18,00	20,53	32,91	75,87	99,04	2,80	76,95
1000	79,33	20,00	22,40	30,11	80,20	115,54	3,30	78,43
2000	69,07	19,33	20,87	30,43	83,33	104,17	3,04	80,04
4000	67,47	19,67	20,25	32,84	77,73	97,87	3,04	79,67
Respons (Response)	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)	Q*	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	17,28	20,95	9,53	17,23	9,19	22,65	9,78	15,52

Tabel 5. Pengaruh dosis pupuk daun N terhadap karakter umbi hasil panen (*The effect of N foliar fertilizer on tuber character of final harvest*)

Dosis pupuk daun N (Rates of N foliar fertilizer) ppm	Jumlah umbi (Number of tuber)			Persentase jumlah umbi (Percentage of tuber number), %		
	Besar (Large)	Sedang (Medium)	Kecil (Small)	Besar (Large)	Sedang (Medium)	Kecil (Small)
0	1,54	14,27	2,13	8,55	79,33	12,11
500	1,20	16,93	2,40	5,95	82,60	11,45
1000	1,66	18,93	1,81	7,45	84,28	8,28
2000	1,54	16,93	2,39	7,39	81,15	11,46
4000	1,32	16,27	2,67	6,59	80,02	13,40
KK (CV), %	28,26	14,38	44,57 (28,3)*	31,99	7,21	45,75 (22,0)*

* Transformasi akar kuadrat + 1 (*Transformation of root square + 1*)

maksimal sebanyak 86,85 g diperoleh bila dosis pupuk daun N yang digunakan sebanyak 2173 ppm atau setara dengan 12.7 Ca(NO₃)₂. Dosis ini masih berada pada kisaran toleransi yang disebutkan Curley (1994) yaitu 6,75-13,5 g/l untuk Ca(NO₃)₂. Dosis pupuk daun Urea terbaik hasil penelitian Ani (1994) ialah 0,5% atau setara dengan 2300 ppm N, sedikit lebih tinggi daripada dosis terbaik penelitian ini.

Kurva kuadrat bobot umbi per tanaman dengan adanya perlakuan dosis pupuk daun N menunjukkan bahwa N yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dari dosis optimum dapat menurunkan bobot umbi per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil meningkatkan produksi umbi mini kentang pada sistem aeroponik melalui peningkatan bobot umbi per tanaman sebesar 17%. Hal ini sesuai dengan penelitian Love *et al.* (2005) di mana setiap kultivar kentang memiliki dosis optimum pemupukan N yang berbeda-beda. Menurut Zelalem *et al.* (2009), tingginya bobot umbi pada dosis optimum sebagai respons suplai pupuk N karena peningkatan pertumbuhan luas daun, sehingga fotosintesis meningkat. Namun bila N terlalu tinggi dapat menurunkan bobot kering umbi (Goffart *et al.* 2008), karena rendahnya kandungan karbohidrat dalam umbi (Zebarth & Rosen 2007).

Jumlah stolon, jumlah inisiasi umbi, dan jumlah umbi saat panen akhir tidak dipengaruhi oleh perbedaan dosis pupuk daun N (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk N melalui daun tidak dapat memengaruhi jumlah pengumbian. Hal ini karena tanaman sudah cukup mendapatkan pasokan nutrisi dari AB mix melalui *sprinkler*, sehingga tidak memerlukan tambahan hara melalui daun untuk pertumbuhan umbi. Persentase stolon efektif yang tidak berbeda nyata menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk daun N tidak dapat meningkatkan induksi pengumbian pada sistem aeroponik.

Kurang berpengaruhnya jumlah pengumbian dan induksi pengumbian akibat perlakuan dosis pupuk

daun N karena hara N diduga tidak terlibat dalam induksi pengumbian, tetapi dapat berperan menekan pembentukan pengumbian meskipun terjadi induksi pengumbian atau N berperan sebagai pengontrol pembentukan umbi Jackson (1999), oleh karena itu pemupukan N kurang memengaruhi jumlah umbi dibandingkan bobot umbi seperti pada penelitian ini dan penelitian yang dilakukan Badr *et al.* (2012). Namun demikian, dengan melihat masih tingginya inisiasi umbi saat panen akhir, maka masih terdapat peluang untuk melakukan penelitian lanjutan dalam rangka peningkatan induksi pengumbian dengan mengatur waktu aplikasi pupuk nitrogen. Pupuk daun N dalam penelitian ini diberikan setiap minggu dari 1 MST dan dihentikan pada 4 MST untuk memberi kesempatan agar umbi segera terbentuk setelah minggu ke-4. Menurut Zebarth & Rosen (2007), pemberian N pada saat inisiasi umbi dapat menurunkan kualitas umbi. Hasil penelitian Westermann & Klienhoff (1985) menunjukkan bahwa suplai N di awal pertumbuhan pengisian umbi memiliki hasil umbi tertinggi.

Umbi mini sebagai benih G0 dijual kepada penangkar benih G1 dalam satuan per umbi, sehingga peningkatan jumlah umbi sering diharapkan pada produksi umbi mini. Penelitian ini belum berhasil meningkatkan jumlah umbi per tanaman melalui induksi pengumbian, tetapi dapat meningkatkan bobot umbi per tanaman. Namun demikian, peningkatan bobot umbi per tanaman pada sistem aeroponik juga diharapkan pada produksi benih G0 karena menurut Beukema & Zaag (1990), bobot umbi yang besar lebih mudah mencapai kerapatan tanaman yang rapat, lebih banyak batang per tanaman, distribusi batang lebih sedikit, kemunculan lebih cepat, dan lebih mudah beradaptasi terhadap cekaman, sehingga bobot umbi yang besar dapat bermanfaat sebagai sumber benih.

Semua perlakuan menunjukkan bahwa dominansi ukuran umbi ialah ukuran sedang (Tabel 5). Pemberian 1000 ppm pupuk daun N menyebabkan umbi yang

diperoleh lebih banyak berukuran besar dan sedang, sehingga umbi kecilnya sedikit, sedangkan pemberian 4000 ppm pupuk daun N cenderung lebih banyak umbi berukuran kecil. Umbi besar didominasi perlakuan tanpa pupuk daun N, sedangkan umbi berukuran kecil didominasi perlakuan 4000 ppm pupuk daun N (Tabel 5). Hal ini sesuai dengan penelitian Belanger *et al.* (2002) bahwa tingginya dosis pupuk N dapat menekan pertumbuhan umbi, sehingga bobot umbi rendah dan ukuran umbi lebih banyak yang kecil. Hal ini kembali menunjukkan peran N dalam menstimulasi pertumbuhan dan ukuran umbi seperti yang disampaikan oleh Goffart *et al.* (2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pupuk daun nitrogen $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dapat meningkatkan produksi umbi mini kentang melalui peningkatan bobot umbi per tanaman sebesar 17%, tetapi belum dapat meningkatkan induksi pengumbian.
2. Dosis optimum pupuk daun nitrogen $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ untuk bobot umbi per tanaman kentang maksimum pada sistem aeroponik ialah 2173 ppm.
3. Peningkatan bobot umbi per tanaman pada sistem aeroponik dapat memberikan manfaat sebagai sumber benih.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengatur waktu pemberian pupuk daun nitrogen untuk menginduksi pengumbian.

PUSTAKA

1. Adisarwanto, TW 1993, 'Tuber formation of difference potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars as high temperature', *Agrivita*, vol. 16, no. 1, hlm. 36-41.
2. Adiyoga, W, Suherman, R, Soetiarso, TA, Jaya, B, Udiarto, BK, Rosliani, R & Mussadad, D 2004, *Profil komoditas kentang*, Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Bandung.
3. Ani, N 2004, 'Pengaruh konsentrasi packlobutrazol dan urea pada stek kentang terhadap produksi tuberlet varietas Granola', *J. Penelitian*, vol. 2, no. 1, hlm. 29-35.
4. Badr, MA, El-Tohamy, WA & Zaghoul, AM 2012, 'Yield and water use efficiency of potato grown under different irrigation nitrogen levels in an arid region', *Agric. Water Manage.*, viewed 1 September 2012, <<http://www.sciencedirect.com>>.
5. Belanger, G, Walsh, JR, Richards, JE, Milburn, PH & Ziadi, N 2002, 'Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristic of two potato cultivars', *Am. J. Pot. Res.*, vol. 79, pp. 269-79.
6. Beukema, HP & van der Zaag, DE 1990, *Introduction to potato production*, Pudoc Wageningen, The Netherlands.

7. Chang, DC, Park, CS, Kim, SY Kim, SJ & Lee, YB 2008, 'Physiological growth responses by nutrient interruption in aeroponically grown potatoes', *Am. J. Pot. Res.*, vol. 85, pp. 315-23.
8. Collings, GH 1975, *Commercial fertilizers: their sources and use*, McGraw Hill Book Company, New York, Toronto, London.
9. Correa, RM, Pinto, JEBP, Faquin, V, Pinto, CABP & Reis, E 2009, 'The production of seed potato by hydroponic methods in Brazil', *Fru. Veg. Cer. Sci. Biotech.*, vol. 3, no. 1, pp. 133-39.
10. Curley, S 1994, *Foliar nutrition*, Midwest Laboratories Inc. Omaha.
11. Direktorat Jenderal Hortikultura 2008, *Produksi benih kentang menurut kelas*, Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta.
12. Farran, I & Castel, AMM 2006, 'Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals', *Am. J. Pot. Res.*, vol. 83, pp. 47-53.
13. Goffart, JP, Olivier, M & Frankinet, M 2008, 'Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: past-present-future', *Pot. Res.*, vol. 51, pp.355-83.
14. Jackson, SD 1990, 'Multiple signaling pathways control tuber induction in potato', *Pl. Physiol.*, vol. 119, pp. 1-8.
15. Karjadi, AK 1993, 'Pengaruh waktu pemberian pupuk nitrogen melalui daun terhadap produksi stek dua kultivar kentang', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 24, no. 3, hlm. 26-34.
16. Love, SL, Stark, JC & Salaiz, T 2005, 'Response of four potato cultivars to rate and timing of nitrogen fertilizer', *Am. J. Pot. Res.*, vol. 82, pp. 21-30.
17. Mariana, M 2009, Pertumbuhan dan produksi tiga varietas bibit kentang (*Solanum tuberosum* L) pada berbagai konsentrasi pupuk daun Super ACI dengan sistem aeroponik, *Prosiding Seminar Nasional Pekan Kentang 2008*, Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta, no. 1, hlm. 162-73.
18. Muhibuddin, Zakaria, AB, Lisan, E & Baharuddin 2009, 'Peningkatan produksi dan mutu benih kentang hasil kultur *in-vitro* melalui introduksi sistem aeroponik dengan formulasi NPK', *Prosiding Seminar Nasional Pekan Kentang 2008*, Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta, no. 1, hlm. 102-10.
19. Nugaliyadde, MM, Silva, HDMD, Perera, R, Ariyaratna, D & Sangakkara, UK 2005, 'An aeroponic system for the production of the pre-basic seeds of potato', *Ann. Srilanka Dep. Agri.*, vol. 7, pp. 199-208.
20. Ritter, E, Angulo, B, Riga, P, Herran, C, Relloso, J & Jose, MS 2001, 'Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers', *Pot. Res.*, vol. 44, pp. 127-35.
21. Sitompul, SM & Guritno, B 1995, *Analisis pertumbuhan tanaman*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
22. Vos, J & Biemond, H 1992, 'Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 1. Leaf appearance, expansion growth, life spans of leaves and stem branching', *Ann. Bot.*, vol. 70, pp. 27-35.
23. Vos, J 2009, 'Nitrogen responses and nitrogen management in potato', *Pot. Res.*, 52 ; 305-17.
24. Westermann, DT & Kleinkoff, GE 1985, 'Nitrogen requirements of potatoes', *Agron. J.*, vol. 77, pp. 616-21.

25. Zebarth, BJ & Rosen, CJ 2007, 'Research perspective on nitrogen BMP development for potato', *Am. J.Pot. Res.*, vol. 84, pp. 3-18.
26. Zelalem, A, Tekalign, T & Nigussie, D 2009, 'Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan, in the central highlands of Ethiopia', *Afr. J. Pl. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 16-24.
27. Zengshuo, Z, Guofeng, L, Changying, C & Huachao, X 2010, 'Yield of virus-free potato by foliage spray of potassium dihydrogen phosphate in aeroponics culture', *Chi. Pot. J. Abstract*, viewed 1 September 2012, <<http://www.sciencedirect.com>>.