

Pengaruh Bahan Organik dan Interval serta Volume Pemberian Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang di Rumah Kaca

Sutrisna, N. dan Y. Surdianto

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Barat, Jl. Kayuambon No. 80, Lembang, Bandung 40391
Naskah diterima tanggal 5 Juni 2006 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 27 Maret 2007

ABSTRAK. Kentang merupakan sumber kalori dan mineral penting bagi pemenuhan gizi masyarakat dan permintaannya setiap tahun terus meningkat, sehingga produksi dan produktivitasnya harus ditingkatkan. Lembang merupakan salah satu sentra produksi kentang di Jawa Barat, petaninya sudah menggunakan bibit bermutu baik dan menerapkan teknologi pemupukan sesuai dengan rekomendasi setempat, namun produktivitasnya hingga saat ini masih tergolong rendah, yaitu 16,12 t/ha. Rendahnya produktivitas kentang di Lembang antara lain disebabkan oleh menurunnya kandungan bahan organik tanah dan sistem pengairan masih tradisional terutama pada musim kemarau, yaitu dengan sistem *leb* dan tidak disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman kentang. Oleh karena itu pengelolaan lahan dan air dalam usahatani kentang di Lembang sangat penting, di antaranya dengan pemberian bahan organik dan interval serta volume pemberian air pada periode tumbuh tanaman. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Kabupaten Bandung pada bulan Juni sampai September 2004. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh takaran bahan organik dan interval serta volume pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil kentang. Percobaan menggunakan rancangan petak-petak terpisah dan kombinasi perlakuannya disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Petak utama adalah bahan organik terdiri dari 3 taraf, yaitu (B_0) tanpa bahan organik, (B_1) 0,125 kg/tanaman, dan (B_2) 0,250 kg/tanaman. Anak petak adalah interval pemberian air yang terdiri dari 3 taraf, yaitu (I_1) 3 hari, (I_2) 6 hari, dan (I_3) 9 hari. Anak-anak petak adalah volume pemberian air yang terdiri dari 4 taraf, yaitu (P_1) 211,01 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen, (P_2) 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 290,76 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen, (P_3) 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 393,75 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen, dan (P_4) 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) takaran bahan organik dan interval, serta volume pemberian air masing-masing memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman kentang, bobot kering tanaman, nisbah bobot kering akar, jumlah umbi per tanaman, persentase kelas umbi, bobot umbi per tanaman, dan hasil kentang per hektar dan (2) takaran bahan organik 0,250 kg/tanaman, interval pemberian air 6 hari, dan volume pemberian air 211,01 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang diuji lainnya terhadap tinggi tanaman pada umur 50 dan 60 hari setelah tanam, hasil kentang pertanaman dan per hektar di lahan dataran tinggi Lembang.

Katakunci: *Solanum tuberosum*; Pemupukan bahan organik; Pemberian air; Pertumbuhan; Hasil.

ABSTRACT. Sutrisna, N. and Y. Surdianto. 2007. **Effect of Organic Manuring and Interval and Water Supply on Growth and Yield of Potato in the Greenhouse.** Potato is an important source of calorie and minerals for human diet and the demand of potato increase every year, so that its production and productivity should be improved. Lembang is a center of potato production in West Java and the potato farmers have implemented good quality potato seeds and recommended fertilization, but until now the productivity was still low. This were caused by degradation of organic matters in the soil and insufficient irrigation system in dry season, namely '*leb*' system and did not in accordance with the need of potato plant. Therefore, the soil and water management in the potato farming system is important, such as the application of organic matters, interval and water supply at the growth period. Study on the effect of organic matters, interval and water supply was carried out at the greenhouse of Indonesian Vegetable Research Institute, Lembang, Bandung from June until September 2004. The objectives of the research were to observe the effect of organic matters, the interval and water supply on the growth and yield of potato in the highland. The design was split-split plot and the treatment was completely randomized design with 3 replications. The main plot was the organic matters, consisted of 3 levels (B_0) without organic matters, (B_1) 0,125 kg/plant, and (B_2) 0,250 kg/plant. The subplot was the water supply interval, consisted of 3 levels (I_1) 3 days interval, (I_2) 6 days interval, and (I_3) 9 days interval. Sub-subplot was the water supply volume in accordance with the plant growth period, consisted of 4 levels: (P_1) 211,01 ml/day at the beginning of growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber formation + 265,02 ml/day at just before harvested, (P_2) 422,02 ml/day at the beginning of growth period + 290,76 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber formation + 265,02 ml/day at just before harvested, (P_3) 422,02 ml/day at the beginning of growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 393,75 ml/day at the tuber formation +

265,02 ml/day at just before harvested, and (P₄) 422,02 ml/day at the beginning of growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber formation + 265,02 ml/day just before harvested. The results indicated that (1) dosage of organic matter, interval of water supply, and volume of water supply showed the different effect on the plant height, dry weight, ratio of root plant dry weight, tuber number per plant, tuber size, tuber weight, and yield per hectare and (2) the dosage of organic matters 0,250 kg/plant, with interval of water supply 6 days, and the water volume 211,01 ml/day at the beginning of growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber formation + 265,02 ml/day at just before harvested gave the best result than the other treatments on the plant height at 50 and 60 days after planting, yield per plant and yield per hectare.

Keywords: *Solanum tuberosum*; Organic matters manuring; Water supply; Growth; Yield.

Kentang merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan cepat mendatangkan keuntungan, sehingga mendapat prioritas dalam pengembangannya (Hilman dan Suwandi 1987). Permintaan kentang di Indonesia setiap tahun diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri makanan yang semakin populer di masyarakat, seperti makanan siap saji dan makanan ringan. Hasil survei Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa permintaan kentang di Indonesia pada tahun 2002 meningkat 12,5% dari tahun 2001, yaitu dari 1,6 menjadi 1,8 juta t. Di lain pihak, produktivitas kentang pada tahun 2002 hanya mencapai 16,672 t/ha dengan tingkat produksi 1,2 juta t dari luas areal 75.500 ha, sehingga pemerintah masih harus mengimpor.

Di Indonesia kentang banyak dikembangkan pada lahan dataran tinggi seperti Lembang, Jawa Barat, yang berada pada ketinggian sekitar 1.250 m dpl. Keadaan iklim termasuk zone agroklimate C2, yaitu daerah dengan bulan kering (curah hujan <100 mm) selama 3-4 bulan dan bulan basah (curah hujan >200 mm) selama 5-6 bulan. Suhu berkisar 16,0-25,0°C dengan suhu rerata 17,1°C. Menurut Adisarwanto (1983), suhu sekitar 17°C cocok untuk budidaya kentang, karena pada suhu tersebut sangat memungkinkan kentang membentuk umbi dengan baik. Di samping itu, tekstur tanah di dataran tinggi Lembang terbentuk dari aktivitas vulkanik, banyak mengandung pasir sehingga cocok untuk budidaya kentang namun rentan terhadap erosi karena tingkat agregasinya rendah.

Petani kentang di lahan dataran tinggi Lembang sudah menggunakan bibit bermutu dan pemupukan sesuai dosis anjuran, namun

produktivitasnya masih rendah terutama pada musim kemarau yang reratanya hanya 16,12 t/ha, lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian di Pangalengan, yaitu 35 t/ha (Sahat dan Asandhi 1992). Rendahnya produktivitas kentang tersebut antara lain disebabkan oleh sistem pengairan yang belum optimal dan rendahnya kandungan bahan organik tanah.

Untuk mengairi tanaman kentang, petani di lahan dataran tinggi Lembang masih mengandalkan sumber air dari alam yang diberikan dengan cara mengalirkan air melalui saluran ke lahan sampai tanah tergenang selama beberapa jam tanpa memperhitungkan berapa volume, dan interval pemberian air yang sebenarnya diperlukan oleh tanaman kentang. Cara pemberian air seperti ini, selain pemborosan juga dapat menurunkan produktivitas kentang. Tanaman kentang yang berada pada lahan yang lebih rendah mudah terserang penyakit karena tanah menjadi lembab dan sebaliknya pada lahan yang lebih tinggi akan mengalami cekaman air karena suplai air kurang. Menurut Van Loon (1981), kekurangan air pada tanaman kentang menyebabkan hasil kentang rendah, karena luas daun dan fotosintesis per unit area berkurang. Dikemukakan juga oleh Suganda *et al.* (1997) bahwa apabila terjadi kelebihan atau kekurangan air, maka keadaan lingkungan fisik akar tanaman tidak dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang.

Topografi lahan dataran tinggi Lembang berlereng sangat rawan terhadap erosi. Hal ini menyebabkan kandungan bahan organik tanah semakin berkurang, sehingga kemampuan tanah menahan air rendah, akibatnya tanaman kentang yang diusahakan sering kekurangan air (kekeringan) pada musim kemarau.

Berdasarkan uraian di atas maka sistem pemberian air untuk budidaya kentang di lahan dataran tinggi Lembang harus melalui pendekatan agroekosistem secara holistik, antara lain dengan merekayasa pemberian air baik interval maupun volumenya berdasarkan kesesuaian antara sifat fisik tanah dan periode tumbuh tanaman. Penambahan bahan organik juga sangat diperlukan untuk memperbaiki struktur tanah sehingga kemampuan tanah menahan air meningkat.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh takaran bahan organik, interval, dan volume pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil kentang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai September 2004, bertempat di Rumah Kaca Balai

Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 1.250 m dpl dan termasuk zone agroklimat C2.

Penelitian menggunakan rancangan petak-petak terpisah dan kombinasi perlakuannya disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Takaran bahan organik yang berasal dari bokashi kotoran ternak sapi, terdiri dari 3 taraf ditempatkan sebagai petak utama, yaitu (B₀) tanpa bahan organik, (B₁) 0,125 kg/tanaman, dan (B₂) 0,250 kg/tanaman. Interval pemberian air terdiri dari 3 taraf sebagai anak petak, yaitu (I₁) 3 hari, (I₂) 6 hari, dan (I₃) 9 hari. Volume pemberian air yang terdiri dari 4 taraf sebagai anak-anak petak, yang secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan volume pemberian air sesuai periode tumbuh tanaman kentang (*Treatments of water supply volume in accordance with the plant growth period potato*)

Perlakuan (Treatments)	Pertumbuhan awal (<i>Early growth</i>)	Vegetatif (<i>Vegetative</i>)	Pembentukan umbi (<i>Yield formation</i>)	Menjelang panen (<i>Just before harvest</i>)
	15 hari	24 hari	45 hari	15 hari
P ₁	50% ETa = 1,18 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 211,01 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 4,63 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 581,53 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 6,27 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 787,51 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 2,105 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 265,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)
P ₂	100% ETa = 3,36 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 422,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 2,315 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 290,76 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 6,27 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 787,51 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 2,105 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 265,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)
P ₃	100% ETa = 3,36 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 422,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 4,63 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 581,53 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 3,135 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 393,75 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 2,105 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 265,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)
P ₄	100% ETa = 3,36 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 422,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 4,63 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 581,53 ml/hari (<i>ml/days</i>)	100% ETa = 6,27 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 787,51 ml/hari (<i>ml/days</i>)	50% ETa = 2,105 mm/hari (<i>mm/days</i>) atau 265,02 ml/hari (<i>ml/days</i>)

Keterangan (*Remarks*):

ETa = Evapotranspirasi aktual (*Actual evapotranspiration*)

(P₁) = 211,01 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen (*211,01 ml/day at the beginning growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber forming + 265,02 ml/day at just before harvested*)

(P₂) = 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 290,76 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen (*422,02 ml/day at the beginning growth period + 290,76 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber forming + 265,02 ml/day at just before harvested*)

(P₃) = 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 393,75 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen; dan (*422,02 ml/day at the beginning growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 393,75 ml/day at the tuber forming + 265,02 ml/day at just before harvested*); and

(P₄) = 422,02 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen (*422,02 ml/day at the beginning growth period + 581,53 ml/day at the vegetative period + 787,51 ml/day at the tuber forming + 265,02 ml/day at just before harvested*).

Dasar penentuan volume pemberian air adalah kebutuhan air tanaman (ETa) yang dihitung menggunakan rumus:

$$ETa = kc \ ETp \dots\dots\dots(1)$$

di mana:

ETa = Evapotranspirasi aktual

ETp = Evapotranspirasi potensial

kc = koefisien tanaman

Nilai ETp dihitung menggunakan metode Penman berdasarkan data iklim di sekitar lokasi penelitian.

Jenis tanah yang digunakan sebagai media tanaman yaitu Andisol, bertekstur lempung liat berpasir, dan telah diberakan selama 1 tahun. Bagian tanah yang digunakan hanya lapisan atas sedalam 40 cm dari permukaan tanah.

Sebelum dimasukkan ke dalam polibag, tanah dikeringanginkan dan diayak menggunakan saringan berukuran 100 mes. Tanah dimasukkan ke dalam polibag secara bertahap, tahap pertama masing-masing sebanyak 27 kg dan tahap kedua sebanyak 5,656 kg pada saat pembumbunan, sehingga total bobot tanah per polibag sebanyak 32,656 kg. Bahan organik sebagai perlakuan diberikan setelah semua polibag terisi tanah, dengan cara diaduk rata dan dibiarkan selama 1 minggu.

Bibit kentang yang digunakan adalah kultivar Granola, yang telah mengalami masa penyimpanan selama 4 bulan, sehingga sudah bertunas sekitar 1 cm. Bobot per umbi sekitar 30-40 g.

Pupuk dasar menggunakan pupuk anorganik, yaitu NPK mutiara (15-15-15) dengan takaran 1.000 kg/ha (Subhan 1990), sehingga per polibag sebanyak 12,56 g. Pemupukan dilakukan sehari sebelum tanam dengan cara diaduk/dicampur dengan tanah.

Pemeliharaan tanaman, seperti penyiangan disesuaikan dengan kondisi di lapang, sedangkan pengendalian hama dan penyakit menerapkan konsep PHT, berdasarkan hasil pengamatan secara berkala setiap minggu.

Panen dilakukan setelah tanaman berumur 90 hari setelah tanam (HST), di mana 80% daun sudah menguning dan kulit umbi melekat pada daging serta bila ditekan kulitnya tidak terkelupas.

Peubah respons yang akan diamati terdiri dari (1) data yang tidak dianalisis statistik sebagai data pendukung dan (2) data yang dianalisis statistik. Data yang tidak dianalisis statistik meliputi (a) sifat fisik tanah (tekstur, kadar air, bobot jenis, ruang pori total, pF, pori drainase, air tersedia, dan permeabilitas) dan sifat kimia tanah (pH, C-organik, N-total, CN ratio, P-tersedia, KTK, Ca, Mg, Na, K, dan kejenuhan basa), (b) sifat kimia bahan organik (C-organik, N-total, CN ratio, P-tersedia, dan K, dan (c) keragaan tanaman secara visual terutama ditujukan pada kondisi pertanaman, yaitu tanaman yang terserang penyakit, kekeringan, perkembangan fase pertumbuhan (fenologi tanaman), dan penyebaran akar. Data yang dianalisis statistik meliputi (a) komponen pertumbuhan (tinggi tanaman pada umur 30, 40, 50, dan 60 HST, bobot kering tanaman, dan nisbah bobot kering akar), dan (b) komponen hasil (jumlah umbi per tanaman, persentase umbi berdasarkan kelas umbi, dan hasil kentang per tanaman) dan hasil kentang per ha.

Hasil kentang ditimbang setelah 2 hari dikeringkan atau setelah tanah yang menempel pada umbi lepas. Kelas umbi ditentukan berdasarkan bobot umbi, kemudian dikelompokkan sesuai dengan kelas umbi menurut Sahat dan Asandhi (1992), seperti ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Klasifikasi umbi kentang berdasarkan bobot umbi (*The grade potato yield according to tuber weight*)

Kelas umbi (Grade)	Bobot umbi (Tuber weight), g
A	> 60
B	40 ≤ B ≤ 60
C	< 40

Bobot kering tanaman ditimbang setelah seluruh jaringan tanaman dioven hingga bobotnya konstan, sedangkan nisbah bobot kering akar (NBKA) merupakan perbandingan antara bobot kering akar dengan bobot kering tajuk (batang + daun).

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dan sebelum dianalisis diuji kehomogenannya dengan uji Bartlett. Untuk melihat perbedaan pengaruh antarperlakuan selanjutnya dilakukan uji pembeda menggunakan DMRT pada taraf 1 dan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Tanaman dan Hama Penyakit

Hasil pengamatan secara visual menunjukkan bahwa kondisi pertanaman pada semua perlakuan hingga tanaman berumur 70 HST sangat baik, yang dicirikan dengan warna daun hijau, terbebas dari gangguan hama dan penyakit, serta kekeringan (Gambar 1).

Namun demikian setelah berumur 75 HST, tanaman kentang yang diberi perlakuan bahan



Gambar 1. Pertumbuhan tanaman kentang pada umur 70 HST (*Plant growth of potato at 70 DAP*)



Gambar 2. Tanaman kentang yang mengalami kekeringan akibat kekurangan air pada umur 75 HST (*The potato encountered water deficiency at 75 DAP*)

organik sebanyak 0,250 kg/tanaman, interval pemberian air 9 hari, dan volume pemberian air 393,75 ml pada periode pembentukan umbi dan 265,02 ml menjelang panen ($B_2I_3P_3$) mengalami kekeringan (Gambar 2).

Tanaman kentang mengalami kekeringan disebabkan oleh volume air yang diberikan pada periode pembentukan umbi hanya 393,75 ml dan interval 9 hari tidak cukup untuk memenuhi laju evapotranspirasi (ETA). Hasil penelitian Doorenbos dan Pruitt (1979) menunjukkan bahwa selama periode pembentukan umbi tanaman kentang memerlukan air dalam jumlah banyak, yaitu 257,51-294,3 mm atau 5,72-6,53 mm/hari. Pada perlakuan $B_2I_3P_3$ jumlah air yang diberikan hanya 112,84 mm atau 3,13 mm/hari.

Pada saat tanaman berumur 80 HST, tanaman yang diberi perlakuan bahan organik 0,250 kg/tanaman, interval pemberian air 9 hari, dan volume air yang diberikan 422,02 ml pada pertumbuhan awal + 581,53 ml pada periode vegetatif + 393,75 ml pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml menjelang panen ($B_2I_3P_4$) tanaman kentang terserang penyakit busuk daun (Gambar 3). Namun demikian, penyakit tersebut



Gambar 3. Tanaman kentang terserang penyakit busuk daun *Phytophthora infestans* pada umur 80 HST (*The potato infected by P. infestans at 80 DAP*)

Tabel 3. Sifat fisik tanah yang digunakan untuk media tanaman (*Soil physics used as plant medium*)

Parameter yang diukur (Parameters measured)	Nilai (Value)	Kriteria (Classification)
Tekstur (<i>Texture</i>), %		
• Tekstur pasir (<i>Sand</i>), %	57,0	Lempung liat berpasir (<i>Sandy clay loam</i>)
• Debu (<i>Dust</i>), %	25,0	
• Liat (<i>Clay</i>), %	18,0	
Kadar air (<i>Water rate</i>), % vol	37,85	
BD (<i>Bulk density</i>), g/cc	0,65	
Ruang pori total (<i>Total soil pore</i>), % vol	75,65	
Kadar air (<i>Water rate</i>): pF 1,0, % vol	44,85	
Kadar air (<i>Water rate</i>): pF 2, % vol	42,15	
Kadar air (<i>Water rate</i>): pF 2,54, % vol	38,00	
Kadar air (<i>Water rate</i>): pF 4,42, % vol	19,10	
Drainase cepat (<i>Fast drainage</i>), % vol	33,50	
Drainase lambat (<i>Slow drainage</i>), % vol	4,15	
Air tersedia (<i>Water availability</i>), % vol	18,00	
Permeabilitas (<i>Permeability</i>), cm/jam	25,20	

dapat dikendalikan dengan Mn+Zn etilen bis-ditiokarbonat sehingga tanaman kentang bisa dipanen.

Penyakit busuk daun pada perlakuan ($B_2I_3P_4$) disebabkan oleh kelembaban tanah di sekitar pertanaman kentang meningkat akibat kelebihan air berkisar antara 7,51-18,04 mm/periode pemberian air atau 2,50-3,01 mm/hari. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Suhardi (1983), yang menyatakan bahwa pada tanah dengan kelembaban 95% tanaman kentang mudah terserang penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *P. infestans*. Berdasarkan data iklim di lokasi penelitian, rerata kelembaban udara sekitar 94,83%, ditambah adanya air yang selalu berlebih akibat pori drainase cepat 33,50% (Tabel 3) di lahan, maka kelembaban tanah akan semakin meningkat melebihi 95%.

Pengamatan secara visual juga dilakukan terhadap sebaran akar (Gambar 4).

Pola sebaran akar tanaman kentang pada setiap perlakuan relatif sama, karena penyebaran akar terbatas pada ruang polibag yang ukurannya



Gambar 4. Penyebaran akar pada perlakuan tanpa bahan organik dengan interval dan volume pemberian air yang sama (*Root distribution on the treatments of organic matters with the same interval and the same water supply*)

sama pada setiap perlakuan. Perbedaan terlihat dari panjang, diameter, dan jumlah akar serabut, namun setelah bobot kering akarnya ditimbang pada setiap perlakuan perbedaannya sangat kecil.

Pada perlakuan takaran bahan organik 0,250 kg/tanaman (B_2) dan interval pemberian air 6 hari (I_2), perbedaan bobot kering akar antara perlakuan volume pemberian air P_1 dengan P_2 sebesar 0,17 g, antara P_2 dan P_3 0,1 g, dan antara P_3 dan P_4 0,02 g. Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya, dengan adanya hambatan mekanis dari dinding polibag perkembangan akar relatif sama sehingga nisbah bobot akar (NBA) pada setiap perlakuan juga tidak berbeda nyata.

Tinggi Tanaman

Pengaruh takaran bahan organik, interval pemberian air, dan volume pemberian air terhadap tinggi tanaman kentang pada umur 30, 40, 50, maupun 60 HST (Tabel 4).

Tinggi tanaman kentang pada umur 30, 40, 50, dan 60 HST dipengaruhi secara nyata oleh takaran bahan organik dan interval pemberian air, tetapi tidak dipengaruhi secara nyata oleh volume pemberian air. Semakin banyak bahan organik yang diberikan, tanaman kentang semakin tinggi. Ta-

karan bahan organik sebanyak 0,250 kg/tanaman memberikan pengaruh paling baik terhadap tinggi tanaman kentang dibanding perlakuan takaran bahan organik lainnya (B_0 dan B_1).

Meningkatnya tinggi tanaman dengan pemberian bahan organik, karena bahan organik selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga akan menambah ketersediaan unsur hara di dalam tanah baik unsur hara makro maupun mikro (Limin 1993) dan besarnya penambahan unsur hara sangat bergantung pada jenis dan atau takaran bahan organik yang diberikan (Subhan 1982). Dengan demikian, semakin tinggi takaran bahan organik yang diberikan yaitu 0,250 kg/tanaman, penambahan unsur hara ke dalam tanah terutama nitrogen dan fosfor juga akan semakin tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pada Tabel 4 juga terlihat, perbedaan interval pemberian air memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman pada umur 30 dan 60 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur 40 dan 50 HST. Hal ini karena pada umur 30 HST tanaman kentang memasuki fase pertumbuhan cepat dan pada umur 60 HST memasuki fase pembentukan umbi, sedangkan pada umur 40 dan 50 HST memasuki fase pertumbuhan lambat.

Interval pemberian air 6 hari (I_2) pada saat pertumbuhan awal tanaman dan menjelang

Tabel 4. Pengaruh takaran bahan organik, interval, dan volume pemberian air terhadap tinggi tanaman kentang (*The effect of organic matters, interval, and water supply volume on the height of plant*)

Perlakuan (Treatments)	Tinggi tanaman pada (Plant height at)			
	30 HST (DAP)	40 HST (DAP)	50 HST (DAP)	60 HST (DAP)
..... cm				
Bahan organik (<i>Organic matters</i>)				
B_0	24,57a	30,46a	35,47a	41,33a
B_1	25,60ab	33,81a	39,69b	47,13b
B_2	29,16b	38,96b	45,43c	53,26c
Interval pemberian air (<i>Water supply interval</i>)				
I_1	26,92ab	33,89a	40,01a	46,35ab
I_2	27,39b	35,67a	41,17a	49,87b
I_3	25,02a	33,67a	39,41a	45,50a
Volume pemberian air (<i>Water supply volume</i>)				
P_1	25,93a	34,21a	40,49a	48,15a
P_2	27,14a	35,06a	40,26a	46,80a
P_3	26,88a	34,58a	40,21a	46,94a
P_4	28,82a	33,81a	39,84a	47,07a

B_0 =tanpa bahan organik (*Without organic matter*), B_1 =0,125 kg/tanaman (*Organic matter 0.125 kg/plant*), B_2 =0,250 kg/tanaman (*Organic matter 0.250 kg/plant*), I_1 =3 hari (*3 days interval*), I_2 =6 hari (*6 days interval*), I_3 =9 hari (*9 days interval*)

panen, masing-masing memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi tanaman kentang dibandingkan dengan perlakuan interval pemberian air lainnya (I_1 dan I_3). Dengan interval pemberian air 6 hari, air yang tersedia di tanah cukup untuk pertumbuhan tanaman hingga pemberian air berikutnya dan sebagian ruang pori tanah akan terisi oksigen. Struchtemeyer (1981) menyatakan bahwa pemberian air yang tidak terlalu jenuh pada pertumbuhan awal dan menjelang panen lebih baik, karena sebagian ruang pori tanah akan terisi oksigen yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan akar dan pembentukan umbi kentang.

Volume pemberian air pengaruhnya tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman baik pada umur 30, 40, 50, maupun 60 HST. Hal ini karena pemberian air 1,18 mm air/hari pada periode pertumbuhan awal dan 2,31 mm air/hari pada periode vegetatif, masih cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman kentang. Jumlah air yang diberikan sejak pertumbuhan awal sampai periode vegetatif pada perlakuan sebanyak 128,82 mm dan pada 105,84 mm. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Doorenbos dan Pruitt (1979), kebutuhan air tanaman kentang sejak pertumbuhan awal sampai periode vegetatif adalah 108,70 mm.

Menjelang pembentukan umbi (umur 51-60 HST) tanaman kentang sedikit mengalami kekurangan air hingga 1,33-5,65 mm/periode pemberian air atau 0,2-0,9, namun kondisi tersebut masih bisa diatasi. Hal ini diduga karena pada tanaman kentang terdapat asam amino prolin. Menurut Moorphy (1978), asam amino prolin sangat membantu toleransi tanaman terhadap kekurangan air, bertindak sebagai kolam cadangan nitrogen dan atau sebagai molekul zat terlarut yang mengurangi potensial zat terlarut pada sitoplasma.

Potensial air dalam tanah dan tanaman atau potensial matriks (Ψ_m) selalu berada dalam keseimbangan, maka berkurangnya potensial larutan akan diimbangi dengan meningkatnya potensial tekanan (Ψ_p). Meningkatnya potensial tekanan atau tekanan turgor, hormon, dan konsentrasi asam di dalam tanaman juga berubah dan pada periode vegetatif konsentrasi asam amino prolin meningkat, lebih tinggi daripada asam amino lainnya.

Pada periode pembentukan umbi, kadar air tanah tidak diperbolehkan <50% ETa. Hal ini sejalan dengan pendapat Van Loon (1981) yang menyatakan bahwa pemberian air tertunda sampai kadar air tanah mencapai 25% kapasitas lapang pada periode pembentukan umbi akan menurunkan hasil kentang. Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa kekurangan air menyebabkan berkurangnya potensial air larutan (Ψ_s), sedangkan potensial tekanan atau tekanan turgor (Ψ_p) meningkat sehingga hormon dan asam di dalam tanaman konsentrasinya juga berubah. Periode pembentukan umbi konsentrasi asam absisat (ABA) meningkat dalam daun. Penimbunan ABA pada daun merangsang penutupan stomata, sehingga asimilasi CO_2 , respirasi, translokasi hasil asimilasi, dan transpor xilem menurun, akibatnya hasil kentang juga menurun.

Bobot Kering Tanaman Kentang dan Nisbah Bobot Kering Akar

Bobot kering (biomasa) dan NBA sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman, karena mudah diukur dan merupakan integrasi hampir semua peristiwa yang dialami tanaman sebelumnya. Nisbah bobot akar merupakan nilai perbandingan antara bobot kering akar dengan bobot kering tajuk (batang + daun) dan dapat digunakan untuk menjelaskan efisiensi akar mendukung pembentukan biomasa tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, takaran bahan organik, interval, dan volume pemberian air yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tanaman kentang, tetapi tidak berbeda nyata terhadap NBA (Tabel 5).

Kentang yang ditanam pada polibag dengan volume tanah yang sama, mengakibatkan perkembangan akar terbatas pada volume polibag. Meskipun ketersediaan unsur hara dan air pada masing-masing perlakuan berbeda, namun panjang, diameter, dan bobot akar perbedaannya relatif kecil sekitar 0,15-0,42 g, sehingga NBA tidak berbeda nyata. Keadaan ini sejalan dengan pendapat Antoro (1982) yang menyatakan bahwa perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh gen, namun gen ini kemudian berinteraksi dengan lingkungan. Faktor lingkungan tanah yang

mempengaruhi perkembangan akar baik langsung maupun tidak langsung adalah kelembaban, temperatur, kandungan nutrisi, bahan beracun, agens biologis, dan keadaan tanah (kekuatan dan volume tanah). Dengan demikian, jika salah satu faktor tidak mendukung maka perkembangan akar akan menyesuaikan dan seragam.

Kekuatan mekanis dari dinding pembatas polibag merupakan salah faktor yang menghambat perkembangan akar tanaman kentang. Pada pertumbuhan awal, akar tanaman kentang akan berkembang dengan leluasa pada media tanah, karena diameter akar lebih kecil daripada ruang pori tanah. Setelah tumbuh sejalan dengan laju pertumbuhan tanaman, maka akar pun akan berkembang, baik diameter maupun panjangnya dan suatu ketika perkembangan akar terhenti pada saat ujung akar sampai pada dinding polibag. Akibat tekanan mekanis dari dinding polibag dengan tekanan >10 MPa (Burton 1981) dan tidak memiliki ruang pori, akar tanaman tidak bisa menembus dinding tersebut kemudian berbelok kembali ke media tanah.

Menurut Antoro (1982), akar tanaman bisa menembus hambatan mekanis jika tekanannya <1,0 MPa. Selanjutnya, pada saat terjadi perubahan arah, tanaman memerlukan waktu cukup lama sekitar 7 hari untuk melanjutkan memperpanjang akar, karena untuk bisa menembus media tanah perlu penyesuaian,

yaitu memperkecil diameter akar sehingga lebih kecil dari diameter pori tanah. Dengan demikian, perkembangan akar sangat terbatas pada media tanah di dalam polibag yang volumenya sama. Meskipun ketersediaan unsur hara dan air berbeda pada masing-masing polibag, namun ukuran panjang, diameter, jumlah, dan bobot perbedaan kering akar tanaman kentang sangat kecil.

Data Tabel 5 juga menunjukkan bahwa interval pemberian air 3 hari memberikan bobot kering tanaman tertinggi, yaitu 91,32 g yang berbeda nyata dengan interval pemberian air 9 hari tetapi tidak berbeda nyata dengan interval pemberian air 6 hari. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan air pada fase vegetatif dengan interval pemberian air hingga 6 hari tidak mengakibatkan tanaman kekurangan air, sehingga perbedaan laju pertumbuhannya relatif kecil.

**Komponen Hasil dan Hasil Kentang
Komponen Hasil Tanaman Kentang**

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa hasil interval pemberian air secara mandiri berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi per tanaman dan persentase kelas umbi (Tabel 6). Semakin sering air diberikan, yaitu interval 3 hari, jumlah umbi kentang per tanaman semakin banyak dan ukurannya lebih besar dibandingkan dengan interval 6 dan 9 hari.

Tabel 5. Pengaruh bahan organik, interval, dan volume pengaturan pemberian air terhadap bobot kering dan nisbah bobot kering akar tanaman kentang (*The effect of organic matters, and interval and water supply volume on the dry plant weight and ratio plant root dry weight*)

Perlakuan (Treatments)	Bobot kering kentang (Plant dry weight), g	Nisbah bobot kering akar (Ratio plant root dry weight)
Bahan organik (<i>Organic matters</i>)		
B ₀	68,62a	0,167a
B ₁	89,02b	0,158a
B ₂	95,08c	0,187a
Interval pemberian air (<i>Water supply interval</i>)		
I ₁	91,32b	0,175a
I ₂	84,07ab	0,167a
I ₃	77,33a	0,175a
Volume pemberian air (<i>Water volume supply</i>)		
P ₁	90,42bc	0,167a
P ₂	82,80b	0,172a
P ₃	72,88a	0,178ab
P ₄	90,86c	0,172a

Air dibutuhkan tanaman untuk berbagai keperluan, di antaranya pelarut dan medium reaksi kimia, medium untuk transportasi zat terlarut organik dan anorganik, dan bahan baku fotosintesis dan reaksi-reaksi kimia lainnya di dalam tumbuhan. Jika ketersediaan unsur hara dalam tanah cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman, maka yang menjadi faktor pembatas hasil suatu tanaman adalah ketersediaan air. Telah dikemukakan di atas bahwa interval dan volume pemberian air mempengaruhi ketersediaan air di dalam tanah. Dengan demikian, pemberian air dengan interval dan volume yang berbeda pada tanaman kentang akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap komponen hasil dan hasil kentang.

Terdapat interaksi antara takaran bahan organik dengan volume pemberian pada periode tumbuh tanaman terhadap jumlah umbi kentang per tanaman (Tabel 7). Kombinasi perlakuan antara P₁B₁ atau P₁B₂ tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₄B₁ atau P₄B₂ namun lebih baik daripada kombinasi perlakuan lainnya terhadap jumlah umbi per tanaman.

Tabel 7 juga menunjukkan bahwa perlakuan P₁ dengan mengurangi volume air 50% ETa pada awal pertumbuhan tidak mempengaruhi perkembangan tanaman, sehingga sama dengan P₄. Kombinasi P₁ dengan B₁ atau B₂ dan P₂ dengan B₁ atau B₂ tidak berbeda nyata karena batas optimum unsur hara yang dibutuhkan untuk pembentukan umbi terutama fosfat sudah terpenuhi dengan takaran bahan organik 0,125 kg/tanaman (Subhan 1982). Bahan organik mengandung beberapa unsur hara yang sangat diperlukan tanaman kentang, di antaranya nitrogen, fosfat, dan kalium. Hasil analisis beberapa sifat kimia bahan organik (Tabel

8) menunjukkan bahwa kandungan N sangat tinggi yaitu 1,57%, sehingga nisbah C/N rendah yang berarti bahwa pupuk organik sudah matang, namun P₂O₅ dan K₂O rendah masing-masing 11,70 ppm dan 2,2%.

Pemberian bahan organik dengan takaran 0,250 kg/tanaman akan memberikan pengaruh residu yang lebih baik terhadap pertanaman berikutnya daripada takaran 0,125 kg/tanaman. Subhan (1982) menyatakan bahwa pemberian bahan organik yang berasal dari pupuk kandang 0,250 kg/tanaman selain meningkatkan kesuburan tanah, daya sangga air, dan hasil kentang juga memberikan efek residu hingga 4 kali musim tanam.

Hasil Kentang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara interval pemberian air dengan volume pemberian air terhadap hasil umbi kentang per tanaman dan hasil kentang per ha, namun antara ketiga perlakuan yang diuji tidak terjadi interaksi. Hal ini menunjukkan bahwa peranan bahan organik dalam menyediakan unsur hara, baik fosfat maupun kalium sangat kecil, sesuai dengan hasil analisis kandungan unsur hara bahan organik yang diuji rendah, yaitu P₂O₅ 11,70 ppm dan K 2,2 % (Tabel 8).

Peranan fosfat di dalam proses fisiologis tanaman adalah penyedia energi yang diperlukan untuk proses metabolisme dan reaksi biosintesis. Berbeda dengan fosfat, fungsi kalium lebih bersifat katalitik namun fungsinya penting secara fisiologis di antaranya adalah metabolisme karbohidrat (pembentukan, pemecahan, dan translokasi) pati, metabolisme nitrogen, dan sintesis protein, mempercepat pertumbuhan

Tabel 6. Pengaruh interval pemberian air terhadap jumlah dan kelas umbi (*The effect of interval water supply on the number of tuber grades*)

Perlakuan *) (Treatments)	Jumlah umbi per tanaman (The number of tuber per plant)	Porsi umbi menurut kelas (Tuber proportion according to grade), %		
		Grade A	Grade B	Grade C
Interval pemberian air (<i>Water supply interval</i>)				
I ₁	11,875 b	12,923 bc	15,075 a	72,002 a
I ₂	11,083 ab	10,791 b	14,994 a	74,810 ab
I ₃	9,833 a	5,993 a	15,289 a	78,925 b

Tabel 7. Interaksi bahan organik dengan volume pemberian air terhadap jumlah umbi kentang per tanaman (*The interaction organic matters and water supply volume on the number of tuber per plant*)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah umbi menurut pemakaian bahan organik (Tuber number according to the organic matters application)		
	Tanpa bahan organik (Without organic matters) (B ₀)	0,125 kg/tanaman/plant (B ₁)	0,250 kg/tanaman/plant (B ₂)
P ₁	9,83 (a) (A)	12,50 (c) (B)	13,33 (c) (B)
P ₂	10,67 (b) (A)	10,17 (b) (A)	11,33 (b) (A)
P ₃	9,83 (a) (A)	8,67 (a) (A)	9,00 (a) (A)
P ₄	10,83 (b) (A)	11,83 (c) (B)	13,17 (c) (B)

Tabel 8. Sifat kimia bahan organik yang digunakan sebagai perlakuan (*Organic matters chemistry that was used as treatments*)

Parameter yang diukur (Parameter measured)	Nilai (Value)	Kriteria (Classification)
C-organik (%)	14,09	Tinggi (<i>High</i>)
N- total (%)	1,57	Sangat tinggi (<i>Very high</i>)
C/N (%)	9,00	Rendah (<i>Low</i>)
P ₂ O ₅ (ppm)	11,70	Rendah (<i>Low</i>)
K ₂ O (%)	2,20	

jaringan meristematik, dan mengatur pergerakan stomata, serta hal-hal yang berhubungan dengan air (Kusumo 1977).

Pemberian bahan organik dengan takaran yang berbeda pengaruhnya berbeda nyata terhadap bobot umbi per tanaman dan hasil kentang per ha. Semakin tinggi takaran bahan organik yang diberikan bobot umbi per tanaman dan hasil kentang per ha semakin meningkat (Tabel 9).

Pemberian bahan organik dengan takaran 0,125 kg/tanaman (B₁) meningkatkan hasil kentang sebesar 39,8% dari 0,274 menjadi 0,383 kg/tanaman, sedangkan takaran 0,250 kg/tanaman (B₂) meningkatkan 68,2% dari 0,274 menjadi 0,461 kg/tanaman.

Terdapat interaksi antara interval pemberian air (I) dan volume pemberian air (P). Interaksi I₂P₁ memberikan hasil kentang tertinggi per tanaman dibandingkan dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata dengan I₂P₄ (Tabel 10). Sedangkan hasil kentang terendah diperoleh pada interkasi I₃P₃. Hal ini disebabkan tanaman sering mengalami kekeringan pada periode pembentukan umbi. Yang terjadi pada perlakuan dengan penggunaan bahan organik 0,250 kg/tanaman (B₂), karena dengan adanya bahan organik, ruang pori tanah meningkat sebagaimana hasil penelitian Kurnia *et al.* (1997). Rehabilitasi lahan di Jasinga pada tanah Ultisols dengan pemberian bahan organik yang berasal dari pupuk kandang dapat meningkatkan ruang pori tanah dari 17% menjadi 21% volume. Meningkatnya ruang pori tanah, daya tampung tanah untuk menyimpan air juga

Tabel 9. Pengaruh bahan organik terhadap hasil umbi per tanaman dan per hektar (*The effect of organic matters on the potato yield per plant and per hectare*)

Perlakuan (Treatments)	Hasil kentang (<i>Potato yield</i>)	
	Per tanaman (Per plant), g	Per hektar (Per hectare), t
Bahan organik (<i>Organic matter</i>)		
B ₀	274,046a	9,896a
B ₁	383,379b	13,696b
B ₂	461,496c	16,483c

Tabel 10. Interaksi antara interval dengan volume pemberian air terhadap bobot umbi kentang per tanaman (*The interaction between water supply interval and volume on the tuber weight per plant*)

Volume pemberian air (<i>Water supply volume</i>)	Bobot umbi kentang per tanaman menurut interval pemberian air (<i>Tuber weight potato per plant according to water supply interval</i>), g		
	I ₁	I ₂	I ₃
P ₁	403,20 (b) (B)	429,48 (b) (C)	360,28 (b) (A)
P ₂	415,25 (bc) (C)	344,44 (a) (A)	378,38 (bc) (B)
P ₃	357,08 (a) (C)	335,78 (a) (B)	277,63 (a) (A)
P ₄	370,38 (a) (A)	418,50 (b) (B)	385,60 (c) (A)

meningkat, namun tanah menjadi semakin mudah kehilangan air melalui evaporasi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Kekeringan mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman (Van Loon 1981). Karena kekeringan terjadi pada fase pembentukan umbi, maka perubahan anatomi dan morfologi terjadi pada umbi kentang, yaitu ukuran umbi kentang rerata kecil. Kekeringan juga berpengaruh terhadap tekanan turgor sel. Tekanan turgor berperan dalam menentukan ukuran tanaman, di antaranya adalah pembesaran dan perbanyakkan sel tanaman, perkembangan daun, dan pembentukan bunga dan perkembangan buah atau umbi.

KESIMPULAN

1. Dosis bahan organik, interval pemberian air, dan volume pemberian air pada periode tumbuh tanaman masing-masing memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman kentang, bobot kering tanaman, NBA, jumlah umbi per tanaman, persentase kelas umbi, bobot umbi per tanaman, dan hasil kentang per hektar.
2. Dosis bahan organik 0,250 kg/tanaman (B₂), interval pemberian air 6 hari (I₂), dan volume pemberian air sesuai periode tumbuh tanaman yaitu 211,01 ml/hari pada periode pertumbuhan awal + 581,53 ml/hari pada periode vegetatif + 787,51 ml/hari pada periode pembentukan umbi + 265,02 ml/hari pada periode menjelang panen (P₁) memberikan pengaruh yang lebih baik daripada perlakuan

yang diuji lainnya terhadap tinggi tanaman pada umur 50 dan 60 HST serta hasil kentang per tanaman dan per hektar.

PUSTAKA

1. Adisarwanto, T.W. 1983. *Pembentukan Umbi Kentang di Tiga Ketinggian Tempal di Jawa Timur*. Tesis Magister Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
2. Antoro Wasito. 1982. *Pengaruh Lingkungan Akar Terhadap Proses Pembentukan dan Perkembangan Serta Produksi Umbi Bibit Kentang*. Tesis Magister Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
3. Burton, W.G. 1981. Challenges for stress Physiology in Potato. *Am. Potato J.* 58:3-14.
4. Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1979. *Crop water requirements. Irrigation and Drainage*. Paper No. 24, (rev). FAO. Rome, Italy. 144 p.
5. Hilman, Y. dan Suwandi. 1987. Pengaruh Penggunaan Pupuk Nitrogen dan Fosfat terhadap Mutu Umbi Kentang. *Bul. Penel. Hort.* XV(1):72-78.
6. Kurnia, U., N. Sinukaban, F.G. Suratmo, H. Pawitan, dan H. Suwardjo. 1997. Pengaruh Teknik Rehabilitasi Lahan terhadap Produktivitas Tanah dan Kehilangan Hara. *J. Tanah dan Iklim*. 15:10-18.
7. Kusumo, S. 1977. Pengaruh Dosis Pupuk DAP dan TSP terhadap Hasil Kubis dan Kentang. *Bul. Penel. Hort.* 5(1):3-6.
8. Limin, S.H. 1993. Respon Jagung terhadap Pemberian Kotoran Ayam, Fosfat, dan Dolomit pada Tanah Gambut Pedalaman. *Dalam Triutomo et al. (Ed) Prosiding Seminar Nasional Gambut II*. Himpunan Gambut Indonesia. Hlm. 257-266.
9. Moorphy, J. 1978. The Physiology of Growth and Tuber Yeld. In: Haris, P.M. (Ed). *The Potato Crop. The Scientific Basis for Improvement*. Chapman & Hall. London. P. 153-194.

10. Sahat, S. dan A.A. Asandhi. 1992. Uji Adaptasi Varietas Kentang di Dataran Tinggi Pangalengan. *Bul. Penel. Hort.* 21(3):72-78.
11. Struchtemeyer. R.H. 1981. Efficiency of the Use of Water Leg Potato. *Am. Potato J.* 58:22-24.
12. Subhan. 1982. Pengaruh Macam dan Dosis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang Varietas Cosima. *Bul. Penel. Hort.* IX(1): 29-32.
13. _____. 1990. Pemupukan dan Hasil Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar Granola dengan Pupuk NPK (15-15-15) dan Waktu Pemberiannya. *Bul. Penel. Hort.* 19 (4): 27-39.
14. Suganda, H., M. Sodik, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh Cara Pengendalian Erosi terhadap Aliran Permukaan, Tanah Tererosi, dan Produksi Sayuran pada Andisols. *J. Tanah dan Iklim.* 15:38-50.
15. Suhardi. 1983. Dinamika populasi *Phytophthora Infestans* (Mont.) de Bary pada Tanaman Kentang di Kebun Percobaan Segunung. *Bul. Penel. Hort.* XI(2):24-28.
16. Van Loon, C.D. 1981. The Effect of Water Stress on Potato Growth, Development, and Yield. *Am. Potato J.* 58:51-69.