

Pengaruh Pengayaan Oksigen dan Kalsium terhadap Pertumbuhan Akar dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa* L.) pada Hidroponik Rakit Apung

The Effects of Oxygen and Calcium Enrichment on the Root Growth and Yield of Curly Lettuce (*Lactuca sativa* L.) that Grow under Floating Raft Hydroponics

Brian Krisna¹⁾, Eka Tarwaca Susila Putra^{2*)}, Rohlan Rogomulyo²⁾, Dody Kastono²⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²⁾ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: ekatarwaca79@gmail.com

ABSTRACT

The research objectives were to investigate the effects of oxygen (O₂) and calcium (Ca) enrichment on the root growth, yield, and Ca absorption of curly lettuce that grow under floating raft hydroponics. The study was conducted at Greenhouse of Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Universitas Gadjah Mada, located at Banguntapan District, Bantul Regency, Yogyakarta Province, in April-June 2016. The field experiment was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD), two factors, with three blocks as replications. The first factor was aeration pressures of nutrient solution, namely 0.000; 0.0120; 0.006; and 0.003 mPa. The second factor was calcium doses in the nutrient solution, namely 0, 200, 400, and 600 ppm. The observation were done on several variables of microclimates, chemical characters of the nutrient solution, and root and yield characters of curly lettuce. Data were analyzed with Analysis of Variance (ANOVA) at 95% confidence levels, continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) if there were significance differences among treatments. The results showed that the better root characters of curly lettuce that grown under floating raft hydroponics were reached if the growing media enriched by oxygen and calcium, each up to aeration pressure of 0.012 mPa and calcium concentration of 600 ppm. The indicators were increased in total root length and surface area of curly lettuce with aeration pressure of 0.012 mPa and calcium concentration of 600 ppm. Calcium concentrations up to 600 ppm were significantly increased the shoot fresh and dry weight of curly lettuce. Aeration pressures up to 0.012 mPa were significantly increased the total fresh and dry weight of curly lettuce. The concentration of calcium in the curly lettuce tissue was able to reach maximum level at calcium 600 ppm in the nutrient solution, and combined with 0.012 mPa of aeration pressure. The maximum uptake of calcium by curly lettuce tissue was affected by each factor individually, if aerated with aeration pressure of 0.012 mPa or enriched with calcium of 600 ppm.

Keywords: oxygen, calcium, curly lettuce, floating raft hydroponics

INTISARI

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengkayaan oksigen (O₂) dan kalsium (Ca) dalam larutan nutrisi hidroponik rakit apung terhadap pertumbuhan akar,

hasil dan serapan Ca selada keriting. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada yang terletak di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Propinsi D.I. Yogyakarta, pada bulan April-Juni 2016. Percobaan lapangan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor pertama adalah variasi tekanan aerasi dalam larutan nutrisi yang meliputi 0 mPa (V1), 0,012 mPa (V2), 0,006 mPa (V3), dan 0,003 mPa (V4). Faktor kedua adalah dosis Ca dalam larutan nutrisi, meliputi 0 ppm (Ca0), 200 ppm (Ca1), 400 ppm (Ca2), dan 600 ppm (Ca3). Variabel yang diamati meliputi karakter iklim mikro dalam rumah kaca, karakter kimiawi larutan nutrisi, karakter perakaran, dan hasil selada keriting. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis varian (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%, dan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) jika terdapat beda nyata antar perlakuan. Hasil penelitian memberikan informasi bahwa karakter perakaran selada keriting yang ditanam secara hidroponik rakit apung menjadi lebih baik jika dilakukan pengayaan oksigen dan kalsium pada larutan nutrisinya, masing-masing sampai dengan tekanan aerasi 0,012 mPa dan konsentrasi 600 ppm. Indikasinya adalah terjadi kenaikan panjang dan luas permukaan total akar, pada tanaman selada keriting yang diberi tekanan aerasi 0,012 mPa dan kalsium 600 ppm. Pengayaan kalsium sampai dengan 600 ppm secara nyata juga meningkatkan bobot segar dan kering tajuk selada keriting. Sedangkan pemberian tekanan aerasi sampai dengan 0,012 mPa secara nyata meningkatkan bobot segar dan kering total selada keriting. Konsentrasi kalsium dalam jaringan selada keriting mencapai maksimal pada kalsium 600 ppm, yang dikombinasikan dengan tekanan aerasi 0,012 mPa. Serapan kalsium dipengaruhi secara individual oleh masing-masing faktor, mencapai maksimal pada tanaman selada keriting yang diberi tekanan aerasi 0,012 mPa atau kalsium 600 ppm.

Kata kunci: oksigen, kalsium, selada keriting, hidroponik rakit apung

PENDAHULUAN

Selada keriting merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan baik secara hidroponik maupun non-hidroponik. Menanam selada keriting secara non-hidroponik sudah umum dilakukan, sedangkan hidroponik merupakan metode bercocok tanam yang mulai banyak digemari dan dibudidayakan (Prakoso, 2010). Beberapa kelebihan yang menjadikan budidaya hidroponik lebih digemari dibanding dengan budidaya non-hidroponik adalah tidak memerlukan pengelolaan tanah, sistem penanaman yang lebih terkontrol dan tidak dipengaruhi oleh musim, penggunaan air dan pupuk lebih efisien, dan tingkat produktivitas serta kualitas cukup tinggi (Sastradihardja, 2011).

Selada keriting mempunyai kandungan mineral yang cukup tinggi bagi tubuh yaitu seperti mineral kalium, natrium, magnesium, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C (Almatsier, 2004). Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh, yaitu 1,5–2 % dari berat badan orang dewasa. Di dalam tubuh manusia terdapat kurang lebih 1 kg kalsium (Granner, 2003). Fungsi

utama kalsium pada tubuh manusia adalah untuk pembentukan tulang. Mengonsumsi selada keriting secara rutin dapat membantu memenuhi kebutuhan tubuh terhadap beberapa mineral esensial, khususnya kalsium.

Mengingat nilai penting kalsium bagi kesehatan tubuh dan sumber yang dapat digunakan untuk mencukupinya maka kajian mengenai pengaruh pengayaan kalsium dan oksigen dalam larutan nutrisi terhadap pertumbuhan perakaran selada keriting pada sistem hidroponik rakit apung cukup penting untuk dilakukan. Selain pengayaan kalsium, pengayaan oksigen juga penting pada budidaya selada keriting secara hidroponik rakit apung karena serapan kalsium oleh perakaran ditentukan oleh kapasitas serapan akar terhadap unsur hara tersebut. Kapasitas serapan akar selada keriting terhadap kalsium ditentukan oleh kapasitas respirasi sel-sel penyusun organ akar. Kapasitas respirasi sel-sel penyusun organ akar ditentukan oleh ketersediaan oksigen di dalam larutan nutrisi hidroponik rakit apung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca milik Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada yang terletak di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Propinsi D.I. Yogyakarta. Penelitian berlangsung pada bulan April-Juni 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih selada keriting *Grand Rapid*, nutrisi hidroponik, *styrofoam*, *rockwool*, dan air.

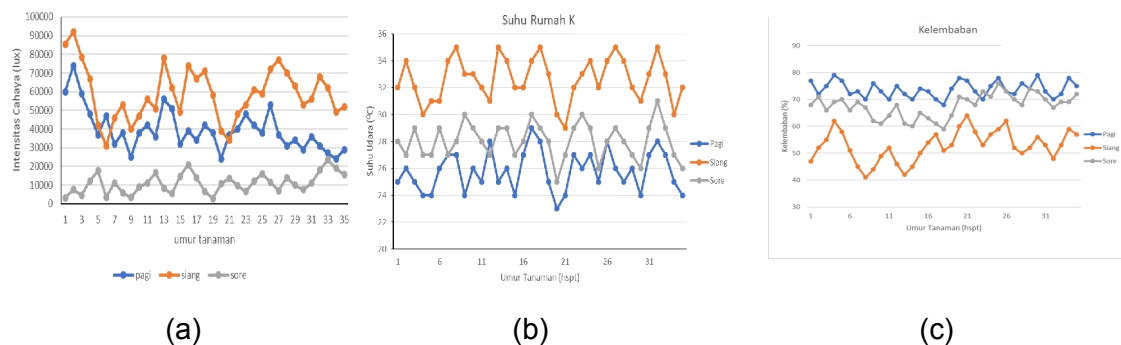
Percobaan disusun dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor pertama adalah variasi tekanan aerasi dalam larutan nutrisi yang meliputi: (1) V0 tanpa aerator sebagai kontrol dengan tekanan aerasi sebesar 0 mPa, (2) V1 dengan tekanan aerasi sebesar 0,012 mPa, (3) V2 dengan tekanan aerasi sebesar 0,006 mPa, dan (4) V3 dengan tekanan aerasi sebesar 0,003 mPa. Faktor kedua adalah dosis kalsium yang diaplikasikan terdiri atas empat level yaitu: 0 ppm (Ca0), 200 ppm (Ca1), 400 ppm (Ca2), dan 600 ppm (Ca3). Secara keseluruhan terdapat 16 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan pada masing-masing ulangan terdapat 18 tanaman selada keriting, yang meliputi 9 tanaman diamati secara periodik sekaligus digunakan sebagai sampel dalam panen akhir (lima minggu setelah tanam) dan 9 tanaman dipanen pada umur tiga minggu setelah pindah tanam.

Variabel yang diamati antara lain: panjang akar, diameter akar, luas permukaan akar, volume akar, bobot segar akar, bobot segar total per tanaman, bobot kering akar, bobot kering total per tanaman, kadar kalsium. Selain pengamatan terhadap tanaman, pengamatan juga dilakukan terhadap kualitas nutrisi dan kondisi rumah kaca.

Pengukuran kualitas nutrisi meliputi pH dan EC. Analisis pertumbuhan yang diamati adalah laju pertumbuhan nisbi (LPN), nisbah luas daun (NLD), luas daun khas (LDK), berat daun khas (BDK), Laju asimilasi Bersih (LAB), Kandungan Air Nisbi (KAN), Indeks Panen (IP), Indeks Konsumsi (IK). Hasil pengamatan dianalisis menggunakan program Statistical Analysis System (SAS) dengan rancangan acak kelompok lengkap faktorial dengan tingkat signifikansi taraf 5 % untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata antara perlakuan, pengujian dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5 %. Analisis data secara keseluruhan dikerjakan dengan menggunakan *SAS Software*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman sangat berkaitan dengan kondisi lingkungannya. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman antara lain intensitas cahaya, suhu dan kelembaban.



Gambar 1: (a) Dinamika intensitas cahaya di dalam *greenhouse* selama penelitian, periode April–Juni 2016; (b) Dinamika suhu udara di dalam rumah kaca selama penelitian, periode April–Juni 2016; (c) Dinamika kelembaban udara relatif di dalam rumah kaca selama penelitian, periode April–Juni 2016

Gambar 1.a. menunjukkan bahwa intensitas cahaya pada sore hari relatif lebih rendah dari pagi dan siang hari. Intensitas cahaya pada siang hari lebih tinggi dibandingkan saat pagi dan sore hari. Sedangkan intensitas cahaya pada pagi hari cukup fluktuatif. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat matahari tegak terhadap permukaan tanah yaitu pada siang hari. Pada penelitian ini didapati bahwa, pada hari tertentu intensitas cahaya pada siang hari rendah dibanding pagi hari. Hal ini terjadi karena adanya penutupan awan pada saat siang hari. Selama penelitian intensitas cahaya berkisar antara 1.000 - 90.000 lux. Intensitas cahaya mempengaruhi suhu udara dalam rumah kaca. Gambar 1.b. menunjukkan dinamika suhu udara di dalam rumah kaca selama penelitian. Pada rumah kaca, suhu udara di dalam ruangan lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara di luar ruangan karena panas

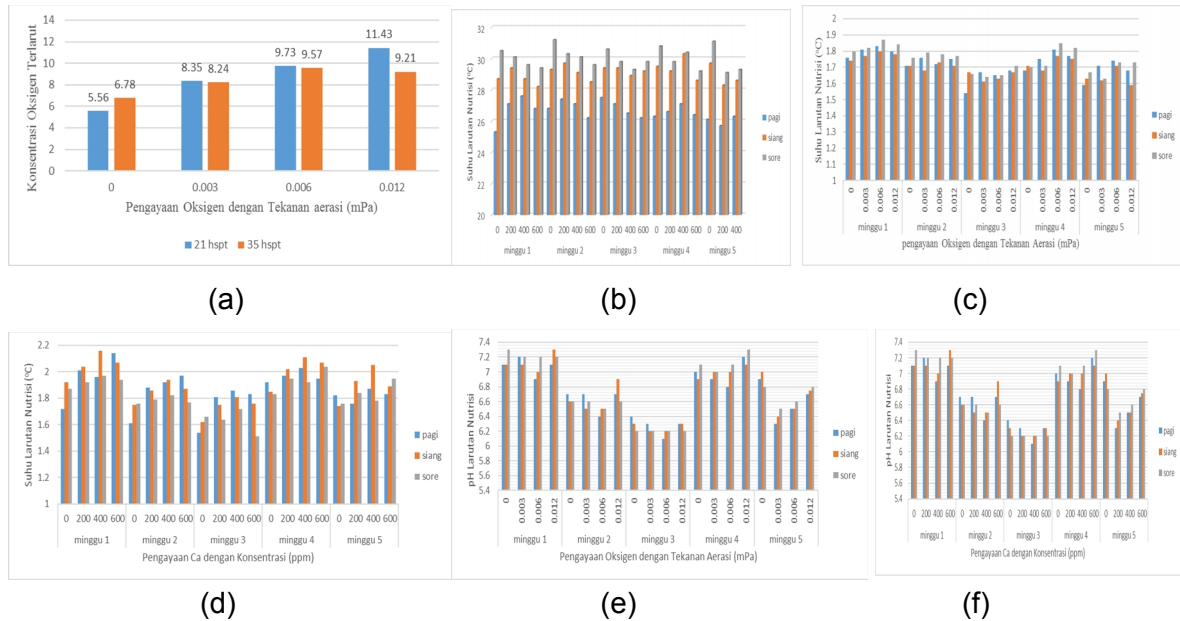
terperangkap di dalam rumah kaca. Suhu tertinggi di rumah kaca rata-rata terjadi pada siang hari di mana intensitas cahaya pada kondisi maksimum. Suhu tertinggi tercatat 35 °C pada siang hari dan suhu terendah 22 °C terjadi pada pagi hari. Suhu tinggi menyebabkan kelembaban udara rendah dalam rumah kaca yang hanya berkisar 30 - 77 %. Tanaman selada keriting menghendaki suhu berkisar 15 – 20 °C dan kelembaban udara berkisar 60 - 80%. Suhu dan kelembaban dalam rumah kaca yang berada di luar kisaran optimum dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap laju transpirasi sehingga penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kelembaban udara relatif rendah cenderung meningkatkan transpirasi tanaman sayur. Kelembaban udara relatif tinggi cenderung menyebabkan transpirasi tanaman rendah tetapi beresiko memberikan kesempatan berbagai penyakit dan hama berkembang dengan baik. Kisaran ideal kelembaban udara bagi pertumbuhan tanaman sayur adalah 70 - 80 %. Gambar 1.c. menunjukkan kelembaban udara berkisar antara 41 - 79 %. Kelembaban udara pada siang hari cenderung lebih rendah karena intensitas cahaya tinggi dan suhu yang tinggi terjadi pada siang hari. Kelembaban udara relatif di dalam rumah kaca cukup rendah, secara umum < 70 %. Sedangkan kelembaban udara relatif yang ideal bagi tanaman sayur terutama selada keriting cukup tinggi, berkisar 80 - 90 %. Kelembaban udara relatif di dalam rumah kaca yang cukup tinggi pada lokasi penelitian menjadi salah satu penghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman selada keriting sehingga produktivitasnya cukup rendah.

Oksigen sangat penting bagi pertumbuhan dan fungsi sel tanaman. Jika oksigen tidak tersedia dalam media perakaran, tanaman berpotensi mengalami hipoksia dan anoksia. Dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan kematian. Energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan akar dan penyerapan ion berasal dari respirasi yang membutuhkan oksigen. Tanpa oksigen yang mencukupi respirasi, penyerapan air dan ion berhenti, dan akar tanaman mati. Kandungan oksigen yang ideal dalam larutan nutrisi maupun media perakaran mampu meningkatkan kinerja perakaran, khususnya berkaitan dengan kecepatan penyerapan air dan hara mineral (Jones, 2005).

Aerasi adalah salah satu cara pengayaan oksigen pada larutan nutrisi hidroponik. Penggunaan aerator pada berbagai tekanan dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut pada larutan nutrisi. Jumlah yang diserap tergantung pada suhu dan komposisi larutan nutrisi. Konsentrasi oksigen terlarut pada larutan nutrisi

tanpa perlakuan pengayaan oksigen adalah 5,56 mg/l pada 21 hspt dengan tekanan 0 mPa kemudian mengalami kenaikan pada tekanan 0.003 mPa sebesar 8,35 mg/l, pada perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan 0,006 mPa sebesar 9,73 mg/l dan pada tekanan 0,012 mPa sebesar 11,43 mg/l. Pada umur 35 hspt, didapati konsentrasi oksigen tidak sebesar pada pengamatan umur 21 hspt. Konsentrasi oksigen terlarut dari perlakuan tanpa pengayaan oksigen, pengayaan oksigen dengan tekanan 0,003, 0,006, dan 0,012 mPa berturut-turut adalah 6,78, 8,24, 9,57, dan 9,21 mg/L



Gambar 2: (a) Dinamika konsentrasi oksigen terlarut (mg/l) dalam larutan nutrisi hidroponik rakit apung; (b) Dinamika suhu larutan nutrisi pada perlakuan pengayaan oksigen dan kalsium dari awal pindah tanam sampai 35 hspt; (c) Dinamika suhu larutan nutrisi pada perlakuan pengayaan oksigen, (d) pada perlakuan pengayaan kalsium dari awal pindah tanam sampai 35 hspt; (e) Dinamika pH larutan nutrisi pada perlakuan pengayaan oksigen, dan (f) pada pengayaan kalsium dari awal pindah tanam sampai 35 hspt

Aerasi adalah salah satu cara pengayaan oksigen pada larutan nutrisi hidroponik. Penggunaan aerator pada berbagai tekanan dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut pada larutan nutrisi. Jumlah yang diserap tergantung pada suhu dan komposisi larutan nutrisi. Konsentrasi oksigen terlarut pada larutan nutrisi tanpa perlakuan pengayaan oksigen adalah 5,56 mg/l pada 21 hspt dengan tekanan 0 mPa kemudian mengalami kenaikan pada tekanan 0.003 mPa sebesar 8,35 mg/l, pada perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan 0,006 mPa sebesar 9,73 mg/l dan pada tekanan 0,012 mPa sebesar 11,43 mg/l. Pada umur 35 hspt, didapati konsentrasi oksigen tidak sebesar pada pengamatan umur 21 hspt. Konsentrasi oksigen terlarut dari perlakuan tanpa pengayaan oksigen, pengayaan oksigen dengan tekanan 0,003, 0,006, dan 0,012 mPa berturut-turut adalah 6,78, 8,24, 9,57, dan 9,21 mg/L.

Pada penelitian ini, didapati suhu larutan berkisar 25,3 – 30,8 °C (Gambar 2 b). Suhu larutan nutrisi merupakan faktor utama yang mempengaruhi penyerapan nutrisi. Hasil penelitian memberikan informasi bahwa kenaikan suhu diikuti oleh penurunan konsentrasi oksigen terlarut. Suhu larutan yang tinggi dalam jangka panjang menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam larutan nutrisi hidroponik rakit apung. Konsentrasi oksigen yang rendah berpotensi menghambat aktivitas perakaran. Mayoritas akar mampu berkerja optimal pada suhu larutan antara 20–30 °C. Suhu larutan dibawah atau diatas suhu tersebut bisa menjadi salah satu faktor penghambat penyerapan nutrisi.

Daya hantar listrik larutan hidroponik pada minggu ke-3 mengalami penurunan sampai 1,5 dS/m kemudian meningkat pada minggu ke-4 dan ke-5. Menurut Chadirin (2001), kebutuhan EC selada berkisar antara 1,5–2,5 dS/m. Pada EC yang terlampau tinggi, tanaman sudah tidak mampu menyerap hara lagi. Bila EC tinggi maka larutan nutrisi semakin pekat, sehingga ketersediaan unsur hara semakin bertambah. Begitu juga sebaliknya, jika EC rendah maka konsentrasi larutan nutrisi rendah sehingga ketersediaan unsur hara lebih rendah (Sufardi, 2001). Gambar 2.c. memberikan informasi bahwa kenaikan konsentrasi kalsium yang diberikan pada larutan nutrisi hidroponik berdampak nyata pada peningkatan EC larutan. EC larutan nutrisi hidroponik meningkat sejalan dengan kenaikan konsentrasi kalsium yang diberikan. Kalsium merupakan unsur logam bervalensi dua yang tergolong ke dalam kelompok alkali tanah. Logam alkali dan alkali tanah memiliki derajat ionisasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam golongan lainnya sehingga jika dilarutkan berkontribusi besar terhadap kenaikan EC, misalnya adalah logam kalsium.

Gambar 2.e. menunjukkan bahwa perlakuan pengayaan oksigen cukup memberikan pengaruh terhadap pH larutan nutrisi. Pada tekanan aerasi 0,012 mPa cenderung memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan aerasi 0,003 mPa, 0,006 mPa dan tanpa pemberian tekanan aerasi. Pemberian aerasi mampu mempertahankan pH pada kondisi mendekati netral, kondisi pH yang optimal yang dibutuhkan selada. pH pada minggu pertama tinggi dan mengalami penurunan sampai minggu ke-3 dan kembali mengalami kenaikan pada minggu ke-4. Hal ini terjadi karena semakin hari nutrisi terserap dan kembali naik pada saat nutrisi diganti dengan yang baru, terutama karena kenaikan jumlah kation kuat yang berasal dari penambahan unsur hara esensial seperti Ca^{2+} . Kation kuat pada saat dilarutkan dalam larutan nutrisi bereaksi dengan OH^- sehingga pH larutan meningkat.

Berdasarkan pengamatan kondisi larutan nutrisi diketahui bahwa pengayaan oksigen dan kalsium tidak memberi pengaruh yang berarti terhadap EC, pH, dan suhu larutan nutrisi. Ketiga variabel tersebut relatif sama pada masing-masing perlakuan. Kondisi yang sama memberikan gambaran bahwa potensi larutan nutrisi yang dapat diserap juga sama pada masing-masing perlakuan. Daya hantar listrik dan pH larutan nutrisi berada pada kisaran optimal kebutuhan tanaman selada tetapi suhu ruang rumah kaca melebihi kisaran suhu optimal, sehingga berpengaruh terhadap suhu larutan nutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa suhu menjadi faktor penghambat penyerapan nutrisi sehingga menghambat tanaman untuk tumbuh secara optimal. Kenaikan suhu juga akan diikuti oleh penurunan konsentrasi oksigen dan bisa berdampak pada penurunan penyerapan air dan nutrisi.

Tabel 1. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap konsentrasi kalsium (ppm) dalam jaringan daun selada umur 35 hspt

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	0,54 k	0,69 j	0,82 j	1,24 i	0,82
200 ppm	2,65 gh	2,53 h	2,64 gh	2,71 g	2,63
400 ppm	4,47 f	4,51 f	4,80 e	5,35 d	4,78
600 ppm	6,49 bc	6,61 b	6,38 c	8,32 a	6,95
Rerata	3,54	3,58	3,66	4,4	(+)
CV	1,73				

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan.

Tabel 1 memberikan informasi bahwa konsentrasi kalsium dalam jaringan daun selada umur 35 hspt dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan pengayaan oksigen dengan kalsium. Peningkatan konsentrasi kalsium yang diaplikasikan sampai dengan 600 ppm selalu diikuti oleh kenaikan konsentrasi kalsium dalam jaringan daun selada umur 35 hspt pada tiap-tiap perlakuan tekanan aerasi. Pada setiap perlakuan tekanan aerasi, perlakuan kalsium 600 ppm menyebabkan konsentrasi kalsium dalam jaringan daun selada umur 35 hspt menjadi nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi kalsium lainnya. Pada setiap perlakuan tekanan aerasi, perlakuan konsentrasi kalsium 200 dan 300 ppm juga menyebabkan konsentrasi kalsium dalam jaringan daun selada umur 35 hspt nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman selada yang tidak diberi tambahan kalsium. Kombinasi antara perlakuan kalsium 600 ppm dengan tekanan aerasi 0,012 mPa menyebabkan konsentrasi kalsium dalam jaringan daun selada umur 35 hspt nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lainnya.

Tabel 2. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap serapan kalsium (mg) tanaman selada pada umur 35 hspt

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	0,14	0,10	0,22	0,37	0,22 c
200 ppm	0,42	0,92	1,55	0,69	0,90 bc
400 ppm	1,04	1,28	1,94	2,26	1,63 ab
600 ppm	1,67	1,84	1,95	3,90	2,34 a
Rerata	0,82 b	1,03 b	1,43 ab	1,81 a	(-)
CV	24,06				

Keterangan: Rerata pada satu kolom atau baris yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tabel 2 memberikan informasi bahwa serapan kalsium daun selada umur 35 hspt tidak dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan pengayaan oksigen dan kalsium. Namun demikian, secara individual perlakuan pengayaan oksigen maupun kalsium memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan kalsium daun selada umur 35 hspt. Serapan kalsium daun selada umur 35 hspt tertinggi dimiliki oleh perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan aerasi 0,012 mPa dan perlakuan pengayaan kalsium konsentrasi 600 ppm. Sedangkan pada perlakuan tanpa pengayaan oksigen dan kalsium daun selada umur 35 hspt memiliki nilai serapan kalsium yang paling rendah, meskipun belum berbeda nyata dengan konsentrasi kalsium 200 ppm maupun tekanan aerasi 0,003 dan 0,006 mPa.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi oksigen yang terlarut dalam larutan nutrisi memperbaiki kemampuan perakaran dalam menyerap unsur hara, khususnya kalsium. Pengayaan kalsium dalam larutan nutrisi sampai dengan 600 ppm juga berkontribusi positif terhadap serapan kalsium daun selada umur 35 hspt. Namun demikian, kenaikan konsentrasi kalsium di dalam larutan nutrisi hidroponik rakit apung setelah melewati 400 ppm tidak diikuti oleh peningkatan laju serapan kalsium perakaran selada yang diindikasikan oleh tidak adanya beda nyata dalam hal serapan kalsium daun selada umur 35 hspt antara perlakuan kalsium 400 ppm dengan 600 ppm (Tabel 2).

Tabel 3. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap volume akar (cm^3) tanaman selada pada umur 21 hspt dan 35 hspt

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	0,086 e	0,086 e	0,667 cd	1,173 ab	0,503
200 ppm	0,073 e	0,376 de	1,110 a-c	1,198 ab	0,689
400 ppm	0,087 e	1,147 a-c	0,667 cd	1,331 a	0,806
600 ppm	0,828 bc	1,141 a-c	1,137 a-c	0,998 a-c	1,026
Rerata	0,269	0,686	0,0895	1,175	(+)
CV	22,00				
0 ppm	0,216 e	0,216 e	1,668 cd	2,932 ab	1,258
200 ppm	0,184 e	0,941 de	2,777 a-c	2,997 ab	1,725
400 ppm	0,219 e	2,854 a-c	1,688 cd	3,327 a	2,017
600 ppm	2,071 bc	2,854 a-c	2,843 a-c	2,496 a-c	2,566
Rerata	0,672	1,716	2,239	2,938	(+)
CV	22,01				

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan.

Tabel 3 memberikan informasi bahwa volume akar tanaman selada pada umur 21 dan 35 hspt dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan pengayaan oksigen dan kalsium. Perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan aerasi 0,012 mPa dan penambahan dosis kalsium 400 ppm mendapatkan hasil tertinggi. Tanaman selada yang mendapatkan penambahan dosis kalsium yang besar tidak memerlukan tekanan oksigen yang tinggi untuk meningkatkan volume akar, sedangkan konsentrasi kalsium rendah memerlukan konsentrasi oksigen terlarut tinggi yang di indikasikan oleh tekanan aerasi tinggi untuk dapat meningkatkan ukuran volume akar (Tabel 3).

Tabel 4. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap luas permukaan akar (cm^2) tanaman selada pada umur 21 dan 35 hspt

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	130,64	168,89	111,88	166,87	144,57 b
200 ppm	161,04	169,04	154,67	273,22	189,49 ab
400 ppm	104,21	177,55	214,23	313,29	202,32 ab
600 ppm	144,06	227,26	421,99	286,98	270,08 a
Rerata	134,99 b	185,69 ab	225,69 a	260,09 a	(-)
CV	22,123				
0 ppm	254,9	389,1	260,8	407,9	328,16 b
200 ppm	336,5	359,4	323,7	576,5	399,03 b
400 ppm	262,2	421,7	372,9	763,5	455,07 b
600 ppm	339,2	509,5	837,4	769,6	613,9 a
Rerata	298,18 b	419,94 b	448,7 b	629,35 a	(-)
CV	19,320				

Keterangan : Rerata pada satu kolom atau baris yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tidak terjadi interaksi antara faktor pengayaan oksigen dengan konsentrasi kalsium pada variable luas permukaan akar total umur 21 dan 35 hspt (Tabel 4).

Namun demikian, secara individual pengayaan oksigen berpengaruh nyata terhadap luas permukaan akar selada pada umur 21 hspt dan 35 hspt. Perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan 0,012 mPa menghasilkan hasil tertinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pengayaan oksigen dengan tekanan 0,003 mPa dan 0,006 mPa. Perlakuan tanpa pengayaan oksigen menghasilkan luas permukaan akar rendah, namun tidak berbeda nyata pula dengan tekanan 0,003 mPa dan 0,006 mPa. Perlakuan pengayaan kalsium juga berpengaruh nyata terhadap luas permukaan akar total tanaman selada. Luas permukaan akar tertinggi dimiliki oleh tanaman selada yang mendapatkan kalsium 600 ppm, namun tidak berbeda nyata dengan kalsium 400 ppm dan 200 ppm. Perlakuan tanpa pengayaan Ca menghasilkan luas permukaan akar total yang paling sempit (Tabel 4).

Tabel 5. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap rasio akar tajuk tanaman selada pada umur 21 hspt dan 35 hspt

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	0,089 a	0,054 b-e	0,083 a-b	0,058 a-c	0,071
200 ppm	0,028 d-f	0,052 b-e	0,082 a-b	0,047 c-e	0,052
400 ppm	0,029 d-f	0,039 c-f	0,049 b-e	0,055 b-d	0,043
600 ppm	0,027 e-f	0,033 c-f	0,022 f	0,021 f	0,026
Rerata	0,043	0,044	0,059	0,045	(+)
CV	16,181				
0 ppm	0,385 a	0,224 b-f	0,342 a-b	0,265 a-d	0,304
200 ppm	0,129 e-g	0,249 a-e	0,372 a-b	0,211 c-f	0,240
400 ppm	0,138 d-g	0,187 d-g	0,218 b-f	0,224 b-f	0,192
600 ppm	0,109 f-g	0,135 d-g	0,082 g	0,092 g	0,104
Rerata	0,19	0,199	0,253	0,198	(+)
CV	17,409				

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan.

Rasio akar tajuk merupakan perbandingan akumulasi bahan kering pada bagian akar dan tajuk. Semakin rendah nilai rasio akar tajuk menunjukkan bahwa semakin banyak asimilat yang diberikan ke tajuk dibanding ke akar. Rasio akar tajuk pada umur 21 hspt dan 35 hspt dipengaruhi oleh interaksi antara tekanan oksigen dengan konsentrasi kalsium. Pada Tabel 5 diketahui bahwa kenaikan konsentrasi kalsium selalu diikuti oleh penurunan rasio akar tajuk, pada semua tingkatan tekanan oksigen. Hal ini menunjukkan bahwa defisiensi kalsium pada perlakuan kalsium 0 ppm memaksa tanaman selada keriting untuk mengeksplorasi kalsium lebih kuat pada kondisi keterbatasan kalsium sehingga tanaman tersebut harus dilengkapi dengan organ akar yang lebih berkembang. Akibatnya, tanaman selada yang berpotensi mengalami defisiensi kalsium, perlakuan kalsium 0 ppm, memiliki rasio akar tajuk tertinggi.

Laju pertumbuhan nisbi (LPN) tanaman selada keriting tidak dipengaruhi oleh interaksi antara pengayaan kalsium dengan oksigen. Secara individual, pengayaan kalsium sampai dengan 600 ppm juga tidak berpengaruh terhadap LPN selada keriting (Tabel 4.15). Sedangkan perlakuan pengayaan oksigen berpengaruh nyata terhadap LPN selada keriting. Peningkatan tekanan aerasi sampai dengan 0,006 mPa yang berdampak pada kenaikan konsentrasi oksigen terlarut menyebabkan peningkatan LPN selada keriting. Namun demikian, jika tekanan aerasi dinaikkan hingga melewati 0,006 mPa tidak lagi mampu meningkatkan LPN selada keriting karena menghasilkan LPN yang sama jika diberi tekanan aerasi 0,006 mPa (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap laju pertumbuhan nisbi ($\text{g.g}^{-1}.\text{minggu}^{-1}$) tanaman selada

Pengayaan Kalsium	Pengayaan Oksigen (mPa)				Rerata
	0	0,003	0,006	0,012	
0 ppm	0,578	0,413	0,727	0,618	0,584 b
200 ppm	0,284	0,650	0,908	0,651	0,623 a
400 ppm	0,477	0,619	0,782	0,838	0,679 a
600 ppm	0,553	0,668	0,559	0,728	0,627 a
Rerata	0,473 c	0,587 bc	0,744 a	0,709 ab	(-)
CV	13,38				

Keterangan: Rerata pada satu kolom atau baris yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tabel 6. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap indeks konsumsi tanaman selada umur 21 hspt dan 35 hspt

perlakuan	Indeks Konsumsi	
	21 hspt	35 hspt
Pengayaan Oksigen (mPa)		
0,000	0,832 a	0,882 a
0,003	0,875 a	0,939 a
0,006	0,901 a	0,939 a
0,012	0,839 a	0,903 a
Pengayaan Kalsium (ppm)		
0	0,468 c	0,552 c
200	0,596 c	0,613 c
400	0,908 b	0,910 b
600	0,980 a	0,990 a
Interaksi	(-)	(-)
CV (%)	19,06	19,27

Keterangan: Rerata pada satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Indeks konsumsi adalah perbandingan antara bobot segar bagian tanaman yang dikonsumsi dengan bobot segar total komoditas tersebut. Table 7 memberikan informasi bahwa indeks konsumsi tidak dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan pengayaan oksigen dengan kalsium. Secara individual, perlakuan pengayaan oksigen juga tidak berpengaruh nyata terhadap indeks konsumsi tanaman selada umur 21 dan

35 hspt. Hal yang berbeda dijumpai pada perlakuan pengayaan kalsium. Secara individual, pengayaan kalsium berpengaruh nyata terhadap indeks konsumsi tanaman selada umur 21 maupun 35 hspt. Peningkatan konsentrasi kalsium sampai dengan 600 ppm selalu diikuti oleh kenaikan indeks konsumsi tanaman selada. Tanaman selada yang mendapatkan kalsium 600 ppm memiliki indeks konsumsi yang nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi kalsium lainnya saat 21 dan 35 hspt. Konsentrasi kalsium 400 ppm juga menyebabkan indeks konsumsi yang nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan kalsium 0 dan 200 ppm saat 35 hspt. Sedangkan kalsium 200 ppm belum mampu meningkatkan indeks konsumsi tanaman selada karena perlakuan tersebut menghasilkan indeks konsumsi yang sama dengan perlakuan kalsium 0 ppm (tanpa penambahan kalsium).

KESIMPULAN

1. Karakter perakaran selada keriting yang ditanam secara hidroponik rakit apung menjadi lebih baik jika dilakukan pengayaan oksigen dan kalsium pada larutan nutrisinya, masing-masing sampai dengan tekanan aerasi 0,012 mPa dan konsentrasi 600 ppm, dengan indikasi berupa kenaikan panjang dan luas permukaan total akar.
2. pengayaan oksigen dengan pemberian tekanan aerasi hingga 0,012 mPa secara nyata meningkatkan bobot segar dan kering total selada keriting. Sedangkan pengayaan kalsium secara nyata meningkatkan bobot segar dan kering tajuk tanaman selada keriting mengingat terjadinya peningkatan nilai indeks konsumsi pada kondisi bobot segar dan total yang sama untuk semua perlakuan konsentrasi kalsium.
3. Konsentrasi kalsium dalam jaringan selada keriting mencapai maksimal jika dilakukan pengayaan kalsium dengan konsentrasi 600 ppm dan dikombinasikan dengan tekanan aerasi 0,012 mPa. Sedangkan serapannya dipengaruhi secara individual oleh masing-masing faktor, dimana serapan kalsium tertinggi dijumpai pada perlakuan pengayaan kalsium 600 ppm atau pengayaan oksigen dengan tekanan aerasi 0,012 mPa
4. Pertumbuhan dan hasil tanaman selada keriting terus mengalami peningkatan sejalan dengan kenaikan dosis kalsium dan tekanan aerasi dalam media tumbuh hidroponik hingga 600 ppm dan 0,012 mPa, sehingga dapat mempersingkat waktu panen tanaman selada yang tadinya dipanen 35 hari menjadi 21 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S., 2004. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal: 228-248.
- Chadirin, Y., 2001. Pelatihan aplikasi teknologi hidroponik untuk pengembangan agribisnis perkotaan. Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA), Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fauzi, R., 2013. Pengkayaan oksigen di zona perakaran untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil selada. Skripsi, Program Sarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Granner, 2003. Biokimia Harper. Eds 25. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Hal: 270.
- Prakoso, S.P., 2010. Selada hidroponik. <http://prakosoisme.blogspot.com/2015/12seladahidroponik.html>. Diakses 5 Desember 2015.
- Sastradiharja, S., 2011. Praktis Bertanam Selada dan Ansewi secara Hidroponik. Penerbit Angkasa, Bandung. Hal: 1-17.