

Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Suplemen Nutrisi pada Budidaya Hidroponik Selada Romaine (*Lactuca sativa* L. var.*longifolia*)

Robby Bagus Saputra¹, Istirochah Pujiawati^{1*}, Anis Rosyidah¹, Dita Agisimanto²

¹ Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang,
Jalan MT. Haryono, No. 193, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

² Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email korespondensi : istirochahpujiawati@unisma.ac.id

Abstrak

Selada romaine merupakan sayuran daun yang populer dikonsumsi karena rasanya manis, tekstur yang renyah, serta kandungan gizi yang lebih baik dibanding jenis selada lainnya. Kelebihan tersebut menjadikan permintaannya terus meningkat. Hidroponik dikenal karena potensi panen yang lebih besar dibanding sistem konvensional. Namun, dengan potensi hasil yang melimpah, tentunya menjadikan residu panen yang dihasilkan semakin melimpah pula. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan dikembalikan lagi sebagai nutrisi kepada tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah pertanian sebagai suplemen nutrisi pada budidaya hidroponik selada romaine. Penelitian disusun dalam RAK sederhana dengan 5 taraf perlakuan konsentrasi, $P_0 = 0\%$; $P_1 = 20\%$; $P_2 = 40\%$; $P_3 = 60\%$; $P_4 = 80\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa P_0 (kontrol) dan P_3 (konsentrasi 60%) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada tinggi tanaman, lebar kanopi, dan bobot segar. Pada bobot segar total, P_3 (konsentrasi 60%) menunjukkan perlakuan terbaik. Sedangkan pada lebar stomata, P_1 (konsentrasi 20%) dan P_3 (konsentrasi 60%) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Meski demikian, pupuk organik berdampak *fitotoksik* pada tanaman. Berdasarkan uji korelasi, tinggi tanaman, lebar kanopi, lebar stomata, dan kelembaban berkorelasi positif dengan bobot segar total.

Kata kunci: selada romaine, limbah pertanian, POC, hidroponik

Abstract

Romaine lettuce is a popular vegetable consumed because of its sweet taste, crunchy texture, and better nutritional content than other types of lettuce. These advantages make its demand continue to increase. Hydroponics is known for its greater harvest potential than conventional systems. However, with the potential for abundant yields, of course, the resulting harvest residue is also increasingly abundant. This waste can be used as organic fertilizer and returned as nutrients to plants. The purpose of this study was to determine the effect of utilizing agricultural waste as a nutritional supplement on hydroponic romaine lettuce cultivation. The study was arranged in a simple RAK with 5 levels of concentration treatment, $P_0 = 0\%$; $P_1 = 20\%$; $P_2 = 40\%$; $P_3 = 60\%$; $P_4 = 80\%$. The results showed that P_0 (control) and P_3 (60% concentration) showed results that were not significantly different in plant height, canopy width, and fresh weight. In total fresh weight, P_3 (60% concentration) showed the best treatment. Meanwhile, in terms of stomata width, P_1 (20% concentration) and P_3 (60% concentration) showed no significant differences. However, organic fertilizers have a phytotoxic effect on plants. Based on the correlation test, plant height, canopy width, stomata width, and humidity were positively correlated with total fresh weight.

Keywords: romaine lettuce, agricultural waste, POC, hydroponics

Pendahuluan

Selada romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) merupakan sayuran daun yang populer dikonsumsi, baik dikonsumsi sebagai makanan hingga kegunaan khusus lainnya (Shi *et al.*, 2022). Terlebih teksturnya yang renyah, dan rasa manis yang lebih kuat dibanding selada crisphead (Hayes *et al.*, 2018), dan kandungan gizi yang lebih baik dibanding beberapa jenis selada lainnya (Yang *et al.*, 2022). Secara umum selada memiliki kandungan gizi yang kaya serat, folat, vitamin C, karotenoid, mineral penting seperti zat besi (Fe), kalsium (Ca), dan kalium (K), rendah kalori, rendah lemak, dan rendah sodium (Kim *et al.*, 2016). Komponen kimia yang ada di dalam selada mampu mencegah dan mengobati penyakit kanker, kardiovaskular (Sepehri *et al.*, 2022), memiliki efek anti radikal bebas, anti inflamasi (Kim *et al.*, 2016), kerusakan oksidatif, alzheimer, dan diabetes (Naseem dan Ismail, 2022).

Permintaan selada meningkat dengan meningkatnya pemahaman dan kesadaran konsumen atas manfaat dan fungsi tanaman selada. Sistem hidroponik dikenal karena tingginya potensi panen, Barbossa *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa sistem ini memiliki potensi panen 11 kali lipat lebih banyak, dengan kebutuhan lahan 10 kali lipat lebih sedikit dibanding sistem konvensional. Namun dengan potensi hasil yang besar, tentunya hal ini selaras dengan residu panen yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hidayati (2018) menjelaskan bahwa pada selada menghasilkan residu panen mencapai 15-20 % dari bobot tanaman. Residu tersebut hanya akan menjadi limbah semata tanpa adanya pemanfaatan yang jelas, padahal limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan dikembalikan lagi pada tanaman. Dengan begitu akan dapat menekan pencemaran lingkungan, menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis, serta konsep pertanian zero waste dapat terlaksana (Ramadhani dkk., 2019).

Penggunaan pupuk organik dalam sistem hidroponik terbukti dapat meningkatkan produktifitas, Yulia dan Manja (2022) menjelaskan bahwa pemberian kombinasi 75% AB mix + 25 % POC limbah cair tahu memberikan hasil terbaik pada tanaman selada pada parameter jumlah daun, bobot segar, dan bobot layak konsumsi. Hasil yang sama didapatkan oleh Marginingsih dkk. (2018), di mana kombinasi penggunaan 75% AB Mix serta 25% pupuk organik menunjukkan hasil yang optimal pada tanaman sawi. Adanya fitohormon, dan senyawa bioaktif pada pupuk organik berkontribusi terhadap peningkatan hasil pada selada (Park *et al.*, 2024). Sedangkan penggunaan pupuk organik secara tunggal belum dapat menggantikan penggunaan AB Mix sebagai nutrisi tanaman.

Selama ini AB Mix dipilih sebagai nutrisi pada budidaya hidroponik karena efisiensi dan efektivitas penggunaannya, karena di dalamnya terdapat 16 unsur makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman (Dewanto dkk. 2019). Untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi kompleks, maka penambahan bahan organik sebagai suplemen yang mengandung, asam amino, vitamin, dan senyawa organik kompleks lainnya perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah pertanian dalam bentuk pupuk organik cair, sebagai suplemen nutrisi pada budidaya hidroponik selada romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*).

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di *screen house* UD Tirta Sari Sukses yang berlokasi di Desa Bumiaji Kec. Bumiaji Kota Batu, mulai bulan Februari sampai dengan April 2024. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana dengan 5 taraf perlakuan yaitu, P_0 = kontrol; P_1 = konsentrasi 20%; P_2 = konsentrasi 40%; P_3 = konsentrasi 60%; P_4 = konsentrasi 80%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali dengan 6 tanaman sampel per ulangan, sehingga total tanaman didapat 120 tanaman.

Pupuk organik cair (POC) yang digunakan adalah rempesan daun selada romaine yang dimasukkan ke dalam air *nano bubble* dengan oksigen terlarut 22 mg/l, kemudian diperkaya dengan EM4 dan *Trichoderma asperellum*. Perlakuan POC diberikan ketika tanaman berumur 26-56 hari setelah semai (hss). Benih yang digunakan adalah RijkZwaan Archivel, dengan *cocopeat* sebagai media tanamnya. Karena hanya bersifat sebagai suplemen nutrisi, penggunaan AB Mix tetap digunakan pada 600 ppm, sedangkan POC ditambahkan ke dalam *reservoir* dengan perbandingan 1:49. Dengan kandungan hara yang berbeda pada tiap POC (Tabel 1), menjadikan target ppm harian dari setiap perlakuan juga berbeda (Tabel 2). Pengamatan pH dan ppm *reservoir* dilakukan setiap harinya pada pukul 08.00; 10.00; 12.00; dan 15.00. Aspek pendukung yang juga diamati meliputi suhu lingkungan, suhu *screen house* dan kelembaban *screen house*.

Tabel 1. Hasil analisis komponen POC

Kandungan Hara dari masing-masing Perlakuan (ppm)				
Perlakuan	N-Amonium	N-Nitrat	Phospor	Kalium
P ₁	70,87	71,20	54,00	60,17
P ₂	155,51	156,23	118,49	132,03
P ₃	233,10	234,18	177,61	197,90
P ₄	303,30	304,70	231,10	257,50

Keterangan : ppm = part per million

Tabel 2. Target ppm dan pH harian

Perlakuan	ppm POC	ppm POC Aplikasi 1:49	ppm AB Mix	ppm AB Mix + POC	Target ppm	Target pH
P ₀	0	0	600	600	600 - 620	5,5-6,0
P ₁	2110	43,06	600	643,06	635 - 655	5,5-6,0
P ₂	4630	94,49	600	694,49	685 - 705	5,5-6,0
P ₃	6940	141,63	600	741,63	735 - 755	5,5-6,0
P ₄	9030	184,29	600	784,29	775 - 795	5,5-6,0

Keterangan : ppm = part per million

Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, lebar kanopi, bobot tanaman dengan interval 4 hari sekali. Sedangkan ketika panen dilakukan pengamatan bobot segar total dan lebar stomata. Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis uji ragam dengan taraf nyata 5%, dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian POC memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman mulai umur 37-53 hss.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman pada berbagai umur

Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) pada berbagai Umur (HSS)						
Perlakuan	33	37	41	45	49	53
P ₀	10,79	8,9 a	9,1 ab	11,06 b	13,14 b	16,05 c
P ₁	11,05	9,68 abc	9,65 bc	10,53 b	10,70 a	14,39 b
P ₂	10,76	9,16 ab	8,9 a	9,39 a	10,79 a	13,27 a
P ₃	10,99	9,78 bc	9,92 c	11,27 b	14,71 c	16,31 c
P ₄	11,15	10,24 c	8,97 a	9,33 a	10,99 a	14,18 b
BNT 5%	TN	0,86	0,65	1,05	0,64	0,6

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. TN : Tidak Nyata

Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum pengaplikasian POC dengan konsentrasi 60% (P_3) dan kontrol (P_0) menghasilkan tinggi tanaman lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Pada fase pertumbuhan, tanaman sangat membutuhkan unsur nitrogen yang cukup, karena nitrogen sangat dibutuhkan dalam pembentukan daun, dan batang tanaman (Nurhidayati, 2017). Fera dkk., (2019) menjelaskan bahwa fase vegetatif tanaman berkaitan dengan tiga reaksi yakni pembelahan sel, pemanjangan sel, serta diferensiasi sel, yang mana sangat bergantung dengan ketersediaan nitrogen yang cukup. Pada POC yang dihasilkan, nitrogen yang dihasilkan sangat melimpah, baik dari N-amonium, maupun N-nitrat (Tabel 1). Hasil ini selaras dengan pemaparan Marginingsih dkk., (2018), di mana kombinasi AB Mix dengan POC memberikan hasil yang lebih baik terhadap tinggi tanaman, dikarenakan kompleksitas nutrisi yang diberikan mulai dari unsur makro, mikro, serta senyawa organik.

Lebar Kanopi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian POC memberikan pengaruh nyata terhadap lebar kanopi mulai umur 41-53 hss.

Tabel 4. Rata-rata lebar kanopi pada berbagai umur

Rata-rata Lebar Kanopi (cm) pada berbagai Umur (HSS)						
Perlakuan	33	37	41	45	49	53
P_0	17,76	19,94	21,78 b	22,95 c	24,23 c	23,43 c
P_1	17,85	19,62	20,26 ab	19,83 ab	20,75 b	21,43 b
P_2	17,45	19,02	18,73 a	18,69 a	19,23 a	19,69 a
P_3	18,75	20,53	21,9 b	23,68 c	24,01 c	24,56 c
P_4	18,29	20,08	20,17 ab	20,44 b	20,77 b	21,30 b
BNT 5%	TN	TN	1,88	1,53	1,38	1,49

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. TN : Tidak Nyata

Tabel 4 menunjukkan bahwa secara umum pengaplikasian POC dengan konsentrasi 60% (P_3) dan kontrol (P_0) menghasilkan kanopi yang lebih lebar dibanding perlakuan lainnya. Romaine termasuk sayuran daun yang banyak dikonsumsi bagian daunnya, lebar kanopi menunjukkan seberapa lebar penampang daun. Dengan pemberian unsur nitrogen yang cukup, unsur tersebut berperan dalam pertumbuhan sel, jaringan, dan organ daun, serta sebagai bahan utama dalam sintesa protein, klorofil, dan asam amino (Nasution, dan Suprihati, 2022).

Pada fase pertumbuhan, tanaman mengalami gejala kelayuan yang berdampak pada menurunnya nilai pengamatan tinggi tanaman umur 37 dan 41 hss (Tabel 3), dan lebar kanopi umur 41 dan 45 hss (Tabel 4). Tinggi tanaman dan lebar kanopi bersifat *irreversible*, hanya dikarenakan adanya kelayuan sehingga tanaman tidak dapat tegak dan berpengaruh pada pengamatan tinggi dan lebar kanopi. Hal ini diduga disebabkan oleh *toksitas* tanaman terhadap nitrogen, yang mana diindikasikan dari warna daun tanaman pada perlakuan POC yang hijau pekat, dan berbeda dengan perlakuan P₀ (kontrol). Nurhidayati (2017) menjelaskan bahwa tanaman yang kelebihan nitrogen akan menunjukkan gejala warna daun yang hijau pekat, tanaman banyak menyimpan air, sehingga rentan terhadap serangan jamur dan penyakit, mudah roboh, serta melunak.

Mupambwa *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa penggunaan pupuk organik sebagai nutrisi pada budidaya hidroponik dapat berdampak *fitotoksik* terhadap tanaman, dikarenakan nitrogen yang dilepaskan oleh bakteri anaerob pada proses fermentasi POC berbentuk amonium, dan dapat berakibat fatal jika diberikan dalam jumlah yang banyak (Hachiya dan Sakakibara, 2017). Pada Tabel 1, nitrogen yang dihasilkan dari POC ini cukup berimbang antara N-amonium dengan N-nitrat, jumlah N-amonium yang melimpah tersebut perlu dikonversi menjadi N-nitrat agar aman diserap oleh tanaman. *Nitrifikasi* merupakan upaya penting dalam penggunaan pupuk organik sebagai nutrisi pada budidaya hidroponik (Pelayo *et al.*, 2021).

Selain itu, adanya peningkatan suhu *screen house* juga berpengaruh terhadap kelayuan tanaman, kedua faktor tersebut menjadikan tanaman stress sehingga *turgiditas* sel menurun, dan berdampak pada kelayuan tanaman, gangguan pertumbuhan, menurunnya proses fotosintesis, bahkan pada kasus yang parah dapat menyebabkan kematian tanaman (Widianti dkk., 2017). Sehingga pada umur 40 hss, penggunaan POC sebagai suplemen nutrisi dihilangkan, yang mana pada akhirnya semua perlakuan hanya diberikan nutrisi AB Mix seperti perlakuan kontrol

Bobot Segar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian POC memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar pada umur 33, 41-45 hss.

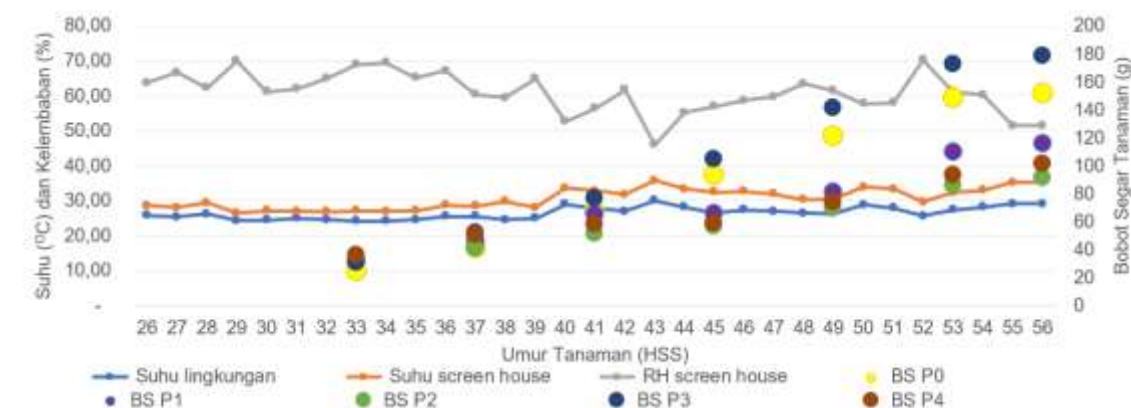
Tabel 5. Rata-rata bobot segar tanaman pada berbagai umur

Rata Rata Bobot Segar Tanaman (g) pada berbagai Umur (HSS)						
Perlakuan	33	37	41	45	49	53
P ₀	24,80 a	41,49	67,16 bc	93 b	121,10 b	148,83 c
P ₁	31,78 b	45,83	65,38 bc	66,23 a	81,08 a	110,09 b
P ₂	30,59 b	40,91	51,58 a	56,73 a	70,22 a	85,92 a
P ₃	30,38 b	51,79	76,51 c	104,55 b	141,01 c	172,54 d
P ₄	35,89 c	50,61	58,18 ab	58,94 a	74,15 a	93,15 ab
BNT 5%	3,68	TN	13,58	16,15	19,11	22,41

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. TN : Tidak Nyata

Tabel 5 menunjukkan bahwa secara umum pengaplikasian POC dengan konsentrasi 60% (P₃) menunjukkan perlakuan terbaik pada bobot segar tanaman. Pemberian nitrogen yang cukup berdampak proses sintesa protein dan metabolisme tanaman, sehingga tanaman menunjukkan pertumbuhan yang baik (Fera dkk., 2019). Hasil ini selaras dengan apa yang ditunjukkan pada parameter tinggi tanaman dan lebar kanopi, di mana konsentrasi 60% menunjukkan hasil yang lebih baik, maka tak heran bobot segar tanaman yang dihasilkan juga lebih baik.

Secara umum pertumbuhan selada dipengaruhi oleh faktor perlakuan dan lingkungan. Pada saat pelaksanaan penelitian suhu dan kelembaban relatif seragam dengan kisaran suhu lingkungan 24,13 - 30 °C, suhu *screen house* 26,50 - 35,78 °C dan kelembaban relatif *screen house* 46 - 70,25 %. Gambaran pengaruh lingkungan terhadap berat segar ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh perlakuan dan lingkungan terhadap laju tumbuh tanaman

Berdasarkan gambar di atas disimpulkan bahwa perlakuan dan lingkungan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman. Pada umur 41 – 45 HSS ketika terjadi peningkatan suhu, dan penurunan kelembaban peningkatan laju pertumbuhan

tidak begitu signifikan, terlebih pada perlakuan P_1 , P_2 , serta P_3 , yang mana pada perlakuan tersebut juga mengalami gejala *toksisitas*.

Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat fotosintesis pada reaksi gelap (*Blackman*), sementara pada respirasi yang banyak melibatkan enzim juga dipengaruhi suhu. Peningkatan suhu akan berdampak pada denaturasi enzim, dan kerusakan struktur protein, yang mana berakibat pada melambatnya proses fotosintesis (reaksi gelap), dan respirasi (Martínez-Goñi *et al.*, 2024). Selain itu, setiap kenaikan suhu 10 °C akan meningkatkan respirasi. Laju respirasi yang tinggi akan menyebabkan banyak senyawa organik yang dirombak, maka fotosintesis bersih (*net photosynthesis*) akan turun, sehingga tanaman mengalami defisit energi, karena lebih banyak karbohidrat yang dipecah daripada dihasilkan (Dusenge *et al.*, 2019).

Bobot Segar Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian POC memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar total.

Tabel 6. Rata-rata bobot segar total

Perlakuan	BS Total (g)
P_0	152,23 c
P_1	115,98 b
P_2	91,55 a
P_3	178,49 d
P_4	101,43 ab
BNT 5%	21,88

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa secara umum pengaplikasian POC dengan konsentrasi 60% (P_3) menunjukkan perlakuan terbaik pada bobot segar total. Bobot segar berkaitan dengan banyaknya air yang dapat diserap tanaman, penyerapan nitrogen dalam jumlah tinggi meningkatkan tekanan *turgor* pada batang, daun, dan akar, sehingga menyebabkan kadar air yang terdapat di batang, daun, dan akar tidak dapat menguap (Wang *et al.*, 2018). Munthe dkk., (2018) menjelaskan, bobot segar total memperlihatkan hasil aktivitas metabolisme tanaman dan menjadi faktor pertumbuhan tanaman, Faktor pertumbuhan yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, lebar kanopi, dan luas daun turut menentukan bobot segar tanaman (Kogoya dkk, 2018). Hal ini selaras dengan pengamatan pada fase vegetatif di mana perlakuan konsentrasi 60% (P_3) menunjukkan hasil yang lebih baik pada parameter tinggi

tanaman, lebar kanopi, dan bobot segar tanaman, maka selaras jika bobot segar total tanaman terbaik didapat oleh P₃ dengan indikasi hasil pertumbuhan yang baik, dan berdampak pada bobot segar tanaman.

Lebar Stomata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian POC memberikan pengaruh nyata terhadap lebar stomata.

Tabel 7. Rata-rata lebar stomata

Perlakuan	Lebar Stomata (mm)
P ₀	0,36 ab
P ₁	0,43 bc
P ₂	0,33 a
P ₃	0,45 c
P ₄	0,28 a
BNT 5%	0,08

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa secara umum pengaplikasian POC dengan konsentrasi 60% (P₃) dan konsentrasi 20% (P₁) menghasilkan stomata yang lebih lebar dibanding perlakuan lainnya. Lebar stomata memiliki andil dalam menyerap CO₂, fotosintesis membutuhkan CO₂ sebagai bahan baku untuk menghasilkan glukosa (Lopez *et al.*, 2014). Stomata yang membuka lebar memungkinkan lebih banyak CO₂ masuk ke dalam daun, dan meningkatkan ketersediaan CO₂ untuk fotosintesis. Stomata yang lebar pada P₃ (konsentrasi 60 %) sangat mendukung proses fotosintesis.

Analisis korelasi beberapa variabel

Beberapa variabel dilakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel. Variabel yang dilakukan uji korelasi meliputi konsentrasi, tinggi tanaman, lebar kanopi, suhu, kelembaban, lebar stomata, dan bobot segar total (Tabel 8).

Tabel 8. Uji korelasi bobot segar total dengan berbagai faktor.

	K	TT	LK	S	KB	LS
TT	-0,21					
LK	-0,09	0,91 a				
S	0,32 d	-0,23	-0,26			
KB	-0,40	0,37 d	0,30 d	-0,86		
LS	-0,25	0,47 c	0,51 c	0,37 d	-0,32	
BST	-0,16	0,91 a	0,92 a	-0,14	0,24 d	0,52 c

Keterangan : a = 0,80-1,00 (sangat kuat), b = 0,60-0,79 (kuat), c = 0,40-0,59 (sedang), d = 0,20-0,39 (lemah), e = 0,00-0,19 (sangat lemah). K = konsentrasi, TT = tinggi tanaman, LK = lebar kanopi, S = suhu, KB = kelembaban, LS = lebar stomata, BST = bobot segar total.

Tabel 8 menunjukkan bahwa lebar kanopi dan tinggi tanaman berkorelasi positif dan menunjukkan hubungan yang kuat dengan bobot segar total. Artinya, jika tanaman semakin tinggi dan kanopi semakin lebar maka akan meningkatkan bobot segar total. Kemudian lebar stomata dan kelembaban juga menunjukkan korelasi positif dan menunjukkan hubungan yang sedang dan lemah. Artinya, jika stomata semakin lebar dan kelembaban meningkat maka akan meningkatkan bobot segar total. Sedangkan konsentrasi dan suhu berkorelasi negatif dan menunjukkan hubungan yang lemah. Artinya, jika konsentrasi dan meningkat maka akan berdampak pada penurunan bobot segar total

Kesimpulan dan Saran

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai suplemen nutrisi pada budidaya hidroponik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, lebar kanopi, bobot segar, bobot segar total, dan lebar stomata dengan konsentrasi 60% (P3) menunjukkan perlakuan terbaik. Namun pengaplikasian pupuk organik tersebut memberikan dampak negatif yakni adanya gejala *fitotoksik* tanaman. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan pupuk organik sebagai sumber nutrisi hidroponik.

Daftar Pustaka

- Barbosa, G, L, Almeida, G, F, D, Kublik, N, Proctor, A, Reichelm, L, Weissinger, E, and Halden, R, U, 2015, Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*. 12(6): 6879-6891.
- Dewanto, H. A., Saraswati, D., dan Hadjoeningtjas, O. D. 2019. Pertumbuhan kultur tunas aksilar kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan super fosfat dan kno3 pada media ab mix secara in vitro. *Agritech*. 20(2): 71-81.

- Dusenge, M.E., Duarte, A.G., Way, D.A., 2019. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytol.* 221, 32–49.
- Fera, A. R., Sumartono, G. H., and Tini, E. W. 2019. Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) pada jarak tanam dan pemotongan bibit yang berbeda. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan.* 19(1): 11-18.
- Hachiya, T., and Sakakibara, H. 2017. Interactions between nitrate and ammonium in their uptake, allocation, assimilation, and signaling in plants. *Journal of Experimental Botany.* 68(10): 2501-2512.
- Hayes, R. J., Sandoya, G., Mou, B., Simko, I., and Subbarao, K. V. 2018. Release of three iceberg lettuce populations with combined resistance to two soilborne diseases. *HortScience.* 53(2): 247-250.
- Hidayati, L. A. 2018. Estimasi Food Loss pada Komoditas Selada Krop (*Lactuca Sativa* L.) (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., and Waterland, N. L. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis.* 49: 19-34.
- Kogoya, T., Dharma, I. P., dan Sutedja, I. N. 2018. Pengaruh pemberian dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman bayam cabut putih (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika.* 7(4): 575-584.
- López, A., Javier, G. A., Fenoll, J., Hellín, P., and Flores, P. 2014. Chemical composition and antioxidant capacity of lettuce: Comparative study of regular-sized (Romaine) and baby-sized (Little Gem and Mini Romaine) types. *Journal of Food Composition and Analysis.* 33(1): 39-48.
- Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., dan Dzakiy, M. A. 2018. pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi ab mix terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea* L.) pada hidroponik drip irrigation system. *Jurnal Biologi and Pembelajarannya.* 5(1): 44-51.
- Martínez-Goñi, X.S., Miranda-Apodaca, J., Pérez-López, U., 2024. Enhanced photosynthesis, transpiration regulation, water use-efficiency and growth in buckwheat outperforms wheat response to high [CO₂], high temperature and drought. *Environ. Exp. Bot.* 222, 105756.
- Munthe, K., Pane, E., and Panggabean, E. L. 2018. Budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada media tanam yang berbeda secara vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi and Ilmu Pertanian,* 2(2): 138-151.
- Mupambwa, H. A., and Mnkeni, P. N. S. 2018. Optimizing the vermicomposting of organic wastes amended with inorganic materials for production of nutrient-rich organic fertilizers: a review. *Environmental Science and Pollution Research.* 25: 10577-10595.
- Naseem, S., and Ismail, H. 2022. In vitro and in vivo evaluations of antioxidative, anti-Alzheimer, antidiabetic and anticancer potentials of hydroponically and soil grown *Lactuca sativa*. *BMC Complementary Medicine and Therapies,* 22(1): 30
- Nasution, R. R., dan Suprihati, S. 2022. Pengaruh penambahan biourin sapi dengan berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian,* 10(3): 208-214.
- Nurhidayati. 2017. *Kesuburan dan Kesehatan Tanah : Suatu Pengantar Penilaian Kualitas Tanah Menuju Pertanian Berkelanjutan.* Intimedia. Intrans Publishing. Malang. 293 Hal.
- Park, Y., and Williams, K. A. 2024. Organic hydroponics: A review. *Scientia Horticulturae,* 324 112604.
- Pelayo L. O., Hultberg, M., Bergstrand, K. J., Larsson-Jönsson, H., Caspersen, S., and Asp, H. 2021. Biogas digestate in vegetable hydroponic production: pH

- dynamics and pH management by controlled nitrification. *Waste and Biomass Valorization*. 12: 123-133.
- Ramadhani, R., Sanjaya, V. W., dan Rahmawati, W. S. 2019. Efisiensi biaya pada sistem pertanian berbasis zero waste di Kabupaten Soppeng. *Journal of Applied Accounting and Taxation*, 4(2), 160-164.
- Sepehri, N. Z., Parvizi, M. M., Habibzadeh, S., and Handjani, F. 2022. Lettuce as an effective remedy in uremic pruritus: Review of the literature supplemented by an in silico study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 5(6): 114-122
- Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T. B., Khan, Z., and Suleria, H. A. 2022. Phytochemicals, nutrition, metabolism, bioavailability, and health benefits in lettuce—A comprehensive review. *Antioxidants*, 11(6): 1158.
- Wang, L. M., Bu, X. L., Chen, J., Huang, D. F., and Luo, T. 2018. Effects of NaCl on plant growth, root ultrastructure, water content, and ion accumulation in a halophytic seashore beach plum (*Prunus maritima*). *Pak. J. Bot.* 50(3): 863- 869
- Widianti, P., Violita, V., dan Chatri, M. 2017. Luas dan indeks stomata daun tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas cisokan dan batang piaman akibat cekaman kekeringan. *Jurnal Bioscience*, 1(2), 77-86.
- Yang, X., Gil, M. I., Yang, Q., and Tomás-Barberán, F. A. 2022. Bioactive compounds in lettuce: Highlighting the benefits to human health and impacts of preharvest and postharvest practices. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(1): 4-45.
- Yulia, A. E., dan Manja, L. 2022. Pengaruh kombinasi nutrisi ab mix dengan poc limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik. *Dinamika Pertanian*, 38(2): 127-134.