



## **APLIKASI PUPUK ORGANIK CAIR DARI CANGKANG TELUR DAN AMPAS TAHU UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL SELADA MERAH PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

**Yustika<sup>1\*</sup>, Nugraheni Widyawati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Kota Salatiga, Indonesia

\*Corresponding Author: [512016057@student.uksw.edu](mailto:512016057@student.uksw.edu)

### **ABSTRACT**

[APPLICATION OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER FROM EGGSHELL AND TOFU DREGS ON PROMOTING GROWTH AND YIELD OF LETTUCE UNDER FLOATING RAFT HYDROPONIC SYSTEM]. Eggshell waste and tofu pulp contain nutrients that have the potential as plant fertilizers. The use of liquid organic fertilizer (LOF) from eggshells, and tofu dregs can be a source of nutrition in hydroponic cultivation at a relatively low price. The optimal growth of red lettuce plants requires a proper concentration of nutrients. This study aimed to examine the effect of the concentration of LOF from eggshells and tofu dregs that are most effective in increasing the growth and yield of red lettuce in floating raft cultivation systems. This research was conducted from December 2020 to February 2021 at the Kartini Experimental Garden, Faculty of Agriculture and Business, Satya Wacana Christian University. This study used a Randomized Complete Block Design with liquid organic fertilizer made from egg shells and tofu dregs with different concentrations and AB mix as a comparison. The treatment consists of five levels, namely AB mix, LOF 10 mL/L, LOF 20 mL/L, LOF 30 mL/L, and LOF 40 mL/L. Observation parameters include plant height, number of leaves, leaf area, root length, and fresh and dry weight of the plant. The results of the observations were analyzed using the analysis of variance (F test 5%). On average, the HSD Tukey test followed the treatment with a confidence interval of 5%. This study showed an influence on the treatment of eggshell LOF concentration and tofu dregs 20 mL/L resulting in the highest red lettuce with 9.15 leaves, root length 38.75 cm, header fresh weight 36.33 g and highest root fresh weight 16.22 g at LOF treatment 10 mL/L. These results have not matched the application of ABmix fertilizer, which reached the fresh weight of 74.79 g.

Keyword: *liquid organic fertilizer, hydroponics, floating raft system, organic waste*

### **ABSTRAK**

Limbah cangkang telur dan ampas tahu memiliki kandungan unsur hara yang potensial sebagai pupuk tanaman. Pemanfaatan pupuk organik cair cangkang telur dan ampas tahu bisa menjadi sumber nutrisi pada budidaya hidroponik dengan harga yang relatif murah. Pertumbuhan tanaman selada merah yang optimal diperlukan konsentrasi nutrisi yang tepat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji pengaruh konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil selada merah pada sistem budidaya rakit apung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 hingga Februari 2021 di Kebun Percobaan Kartini Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan pupuk organik cair berbahan dasar dari cangkang telur dan ampas tahu dengan konsentrasi yang berbeda dan AB mix sebagai pembanding. Perlakuan terdiri dari lima taraf yaitu AB mix, POC 10 mL/L, POC 20 mL/L, POC 30 mL/L, POC 40 mL/L. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, bobot segar dan kering tanaman. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode sidik ragam (uji F 5 %). Rata-rata perlakuan dilanjutkan dengan uji BNJ Tukey pada selang kepercayaan 5 %. Penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh pada perlakuan konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu 20 mL/L menghasilkan selada merah tertinggi dengan jumlah daun 9,15 helai, panjang akar 38,75 cm, bobot segar tajuk 36,33 g dan bobot segar akar tertinggi 16,22 g pada perlakuan POC 10 mL/L. Hasil tersebut belum mampu menyamai pemberian pupuk ABmix yang mencapai bobot segar tajuk 74,79 g.

Kata kunci: *pupuk organik cair, hidroponik, system rakit apung, limbah organik*

## PENDAHULUAN

Selada merah merupakan sayuran yang sering dijadikan sebagai campuran salad dan memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan. Tanaman selada ini memiliki kandungan gizi yang cukup baik karena dalam setiap 100 g selada merah terdapat 1,20 g protein; 0,20 g lemak; 2,90 g karbohidrat; 22 mg kalsium; 25 mg fosfor; 0,50 mg besi; 162 mg vitamin A; 0,04 mg vitamin B; dan 8,00 mg vitamin C (Yelianti, 2011). Selain itu, selada merah juga memiliki jumlah total dan aktivitas antioksidan yang tinggi dibandingkan selada lainnya (Gan & Azrina, 2016). Produksi selada merah di Indonesia masih sangat rendah karena selada merah bukan tanaman asli Indonesia.

Permasalahan saat ini yaitu luas lahan pertanian di Indonesia semakin terbatas karena banyak yang dialih fungsikan untuk pembangunan. Menurut Badan Pusat Statistik (2017), area pertanian di Indonesia terus berkurang. Tahun 2015 areal pertanian 45,6 juta hektar dan pada tahun 2016 turun menjadi 44,9 juta hektar. Penurunan lahan ini menyebabkan peningkatan produktivitas budidaya tanaman menjadi tidak maksimal karena menurunnya areal lahan untuk budidaya tanaman secara konvensional sehingga masyarakat khususnya para petani memilih mengganti teknik budidayanya secara hidroponik. Budidaya Hidroponik menjadi pilihan karena memiliki banyak kelebihan dan dapat diimplementasikan pada lahan yang terbatas (Silvina & Syaffrinal, 2008).

Sistem budidaya hidroponik membutuhkan larutan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik (Jan *et al.*, 2020). Larutan nutrisi merupakan salah satu faktor terpenting yang menentukan kualitas dan hasil tanaman (Télliez & Merino, 2012). Namun masyarakat awam memahami bahwa pertanian secara hidroponik memiliki modal cukup besar, karena hidroponik masih mengandalkan larutan AB Mix sebagai sumber nutrisi tanaman yang masih memiliki harga jual yang tinggi (Sutrisno *et al.*, 2015).

Pemanfaatan POC dari limbah cangkang telur dan ampas tahu dalam budidaya hidroponik, dapat dijadikan sebagai alternatif sumber nutrisi yang relatif murah, karena merupakan limbah rumah tangga. Menurut Butcher & Miles (1990), cangkang telur mengandung 95 % kalsium karbonat serta 3 % fosfor dan 3 % magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi dan tembaga. kandungan kalsium dan beberapa unsur hara lainnya dapat digunakan sebagai pupuk organik. Untuk menambahkan kandungan jumlah unsur hara pada pupuk organik cangkang telur dilakukan penambahan limbah ampas tahu karena sangat potensial karena memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian Kaswinarni (2017), ampas tahu mengandung karbohidrat 41,3 %, protein 26,6 %, lemak 18,3 %, fosfor 0,29 %, kalsium 0,19 % besi 0,04 % dan air 0,09 %. Selain itu dalam limbah

ampas tahu terdapat N, P dan K. dimana nitrogen dapat membantu proses pembentukan bagian vegetatif dari tanaman daun, batang dan akar (Sugiharti *et al.*, 2022).

Pemberian pupuk organik cair harus memperhatikan konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk berbeda untuk memperoleh hasil optimum. Pemilihan konsentrasi yang tepat dapat diperoleh melalui pengujian-pengujian di lapangan. Perbedaan konsentrasi pupuk yang diberikan mempengaruhi kepekatan larutan dan permeabilitas membran sel daun, yang pada akhirnya menentukan jumlah unsur yang diserap tanaman (Novita *et al.*, 2020).

Selain itu menurut Suwandi & Nurtika (1997), perlu diperhitungkan jumlah pupuk yang diberikan karena jika konsentrasi berlebihan maka akan mengakibatkan timbulnya gejala kelayuan pada tanaman sehingga pemberian konsentrasi dan frekuensi pemupukan harus disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi tanaman. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diteliti pengaruh perbedaan konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu terhadap pertumbuhan dan hasil selada merah dalam sistem hidroponik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 hingga Februari 2021 di Kebun Percobaan Kartini, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW), Salatiga, Jawa Tengah, pada ketinggian 500 mdpl. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah netpot, styrofoam, wadah plastik, ember, corong plastik, gelas ukur plastik, TDS meter, pH meter, pompa udara, selang dan oven, software i-Daun, hygrometer, penggaris, jangka sorong, alat tulis, kalkulator, kulkas timbangan, kamera digital. Bahan yang digunakan antara lain benih selada merah, AB mix, POC cangkang telur dan ampas tahu, rockwool, alkohol dan air.

Pada penelitian ini digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perbedaan Konsentrasi pupuk organik cair cangkang telur dan ampas tahu serta AB mix sebagai pembanding.. Perlakuan terdiri atas lima taraf yaitu P<sub>0</sub> (AB mix), P<sub>1</sub> (POC cangkang telur dan ampas tahu 10 mL/L air), P<sub>2</sub> (POC cangkang telur dan ampas tahu 20 mL/L air), P<sub>3</sub> (POC cangkang telur dan ampas tahu 30 mL/L air), P<sub>4</sub> (POC cangkang telur dan ampas tahu 40 mL/L air). Setiap taraf menggunakan 5 ulangan, sehingga diperlukan 25 satuan percobaan dan setiap satuan percobaan terdapat 4 tanaman, sehingga terdapat 100 tanaman. Setiap satu bak rakit apung berisikan nutrisi sesuai dengan perlakuan.

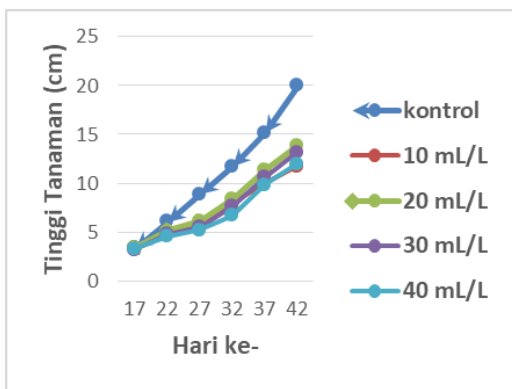
Pengukuran variabel pertumbuhan meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun sedangkan variabel hasil meliputi panjang akar, luas daun, bobot segar tajuk dan akar, serta bobot kering tajuk dan akar. Pengamatan variabel pertumbuhan dilakukan lima hari

sekali setelah pindah tanam dan pengamatan variabel hasil dilakukan saat tanaman selada merah dipanen.

Data yang dikumpulkan dianalisis secara statistik atas dasar sidik ragam (uji F) pada taraf nyata 5%. Perlakuan yang menunjukkan adanya perbedaan dilakukan uji BNJ Tukey pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan tinggi tanaman pada setiap perlakuan setelah tanam dan panen. Pemberian konsentrasi POC ampas tahu dan cangkang telur yang berbeda dapat menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan tanaman selada merah. Hal ini ditunjukkan dari pertambahan tinggi tanaman selada merah.



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman setiap 5 hari sekali setelah pindah tanam

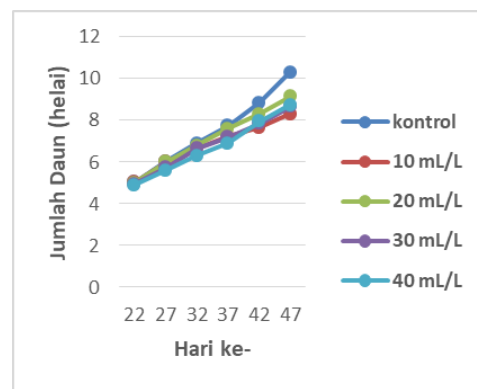
Perlakuan POC cangkang telur dan ampas tahu 20 mL/L menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman terbaik dibandingkan perlakuan POC lainnya, sedangkan pertumbuhan tanaman terendah terjadi pada perlakuan 10 mL/L. Hasil ini menunjukkan bahwa POC cangkang telur dan ampas tahu yang berbeda mampu menjadi sumber nutrisi hara bagi pertumbuhan tinggi tanaman meskipun lebih rendah dari hasil perlakuan pembanding (AB mix) (Gambar 1). Sehingga tinggi tanaman terbaik ditunjukkan oleh perlakuan pembanding (AB mix).

Secara umum hasil pengamatan tinggi tanaman selada merah ini hampir sama dengan penelitian Jupry & Kurnia (2020). Pertumbuhan tinggi tanaman sawi dengan pengaplikasian konsentrasi POC ampas tahu yang berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman sehingga perlakuan pembanding (AB mix) masih lebih tinggi dibandingkan perlakuan POC ampas tahu.

Hal ini karena adanya kandungan unsur hara yang lengkap dalam nutrisi AB mix yang dibutuhkan tanaman, karena mengandung unsur hara makro C, H, O, N, P, K, Ca, Mg dan S dan mikronutrien Mn, Cu, Fe, Mo, Zn dan B tersedia dalam jumlah cukup untuk pertumbuhan tanaman (Rosnina & Sarah, 2020). Nutrisi berperan penting dalam meningkat-

kan pertambahan tinggi tanaman pada hidroponik karena merupakan sumber nutrisi utama (Shanker *et al.*, 2005).

Jumlah daun tanaman selada merah mengalami pertambahan dari pindah tanam hingga tanaman dipanen pada semua perlakuan. Pertumbuhan jumlah daun paling banyak dihasilkan tanaman dengan perlakuan kontrol (ABmix). Lambatnya pertumbuhan jumlah daun pada perlakuan POC karena kandungan nutrisi larutan rendah, terutama unsur N yang merangsang pertumbuhan daun. Unsur N adalah unsur utama dari semua protein dan asam nukleat (Pratama, 2016). Sehingga bila tersedia unsur N yang cukup, akan menghasilkan lebih banyak protein untuk meningkatkan pertumbuhan daun.



Gambar 2. Pertumbuhan jumlah daun setiap 5 hari sekali setelah pindah tanam

Perlakuan POC cangkang telur dan ampas tahu pada konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman selada. Pada Tabel 1 menunjukkan jumlah daun terbanyak yaitu terdapat pada perlakuan kontrol (AB mix) dan konsentrasi 20 mL/L. Jumlah daun tanaman pada perlakuan konsentrasi 20 mL/L dan perlakuan kontrol berbeda nyata dengan jumlah daun pada perlakuan 10 mL/L, 30 mL/L dan 40 mL/L. Perlakuan kontrol memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 10, 3 helai dan konsentrasi 20 mL/L yaitu 9,15 helai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian nutrisi POC pada konsentrasi 20 mL/L dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah daun yang hampir sama dengan AB mix.

Konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu berpengaruh tidak nyata terhadap luas permukaan daun tanaman selada merah. Luas daun tanaman tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pembanding (AB mix) sedangkan luas daun yang diberi perlakuan konsentrasi POC lebih rendah (Tabel 1). Hal ini berdasarkan hasil pengamatan selintas perlakuan kontrol (AB mix) lebih tinggi dari perlakuan POC cangkang telur dan ampas tahu, nilai ECnya 1,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dengan

kepekatan larutannya 708,8 ppm yang ideal bagi pertumbuhan tanaman selada merah. Sehingga hasil ini secara umum menjelaskan bahwa pemberian POC tidak optimal untuk meningkatkan luas daun tanaman selada merah dibandingkan perlakuan dengan AB mix. Subandi *et al.* (2015) menyatakan unsur hara juga berperan pada luas permukaan daun tanaman yaitu unsur N, karena terlibat dalam sintesis klorofil dan protein serta enzim yang berperan dalam proses fotosintesis karena jika tanaman kekurangan unsur hara makro maka proses fotosintesis akan berjalan secara perlahan sehingga pembentukan daun tidak maksimal, yang menyebabkan luasan daun tanaman juga tidak maksimal.

Tabel 1. Peubah daun selada merah pada konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu yang berbeda

Konsentrasi POC	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm <sup>2</sup> )
Kontrol	10,30 c	155,37 b
10 mL/L	8,30 a	69,16 a
20 mL/L	9,15 b	98,95 a
30 mL/L	8,65 ab	87,73 a
40 mL/L	8,75 ab	82,98 a
KK (%)	3,8	16,3

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ Tukey 5%; KK = Koefisien keragaman

Pada penelitian ini pengamatan panjang akar bertujuan untuk memberikan informasi kemampuan akar tanaman selada merah menyerap air dan nutrisi. Pengukuran panjang akar dimulai dari akar yang paling atas hingga ujung akar menggunakan penggaris. Pengukuran panjang akar dilakukan satu kali saat tanaman selada sudah dipanen.

Konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu berpengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman selada. Panjang akar maksimum pada perlakuan konsentrasi 20 mL/L berbeda nyata dengan panjang akar pada perlakuan 10 mL/L, 30 mL/L dan 40 mL/L (Tabel 2). Namun, perlakuan POC tersebut berbeda nyata dengan panjang akar perlakuan kontrol (AB mix). Pada dasarnya AB mix merupakan sumber nutrisi anorganik dengan kandungan nutrisi yang tersedia untuk memacu dan mendorong perkembangan akar (Agustina, 2004).

Konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu berpengaruh nyata terhadap bobot segar tajuk dan bobot segar akar tanaman selada merah. Tabel 2 menunjukkan bahwa bobot segar tajuk tertinggi yaitu pada perlakuan dengan konsentrasi 20 mL/L

berbeda nyata dengan bobot segar tajuk pada perlakuan 10 mL/L, 30 mL/L dan 40 mL/L sedangkan bobot segar akar tertinggi pada konsentrasi perlakuan 10 mL/L. Meskipun demikian berbagai perlakuan POC cangkang telur dan ampas tahu tersebut berbeda nyata dengan bobot segar tajuk dan akar pada perlakuan kontrol (AB mix). Perlakuan kontrol (AB mix) menghasilkan bobot segar tajuk terbesar yaitu 74,79 g dan bobot segar akar 20,44 g. Perlakuan konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu yang memiliki hasil di bawah perlakuan nutrisi AB mix dengan menghasilkan bobot segar tajuk yaitu 36,33 g dan bobot segar akar 16,22 g.

Hasil pengamatan bobot kering tanaman menunjukkan bahwa semua perlakuan POC cangkang telur dan ampas tahu yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak nyata (Tabel 2). Perlakuan kontrol (AB mix) menghasilkan bobot kering tajuk terbesar yaitu 3,75 g. Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa bobot segar dan bobot kering selada merah dengan perlakuan konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu belum bisa mengimbangi hasil tanaman dengan perlakuan AB mix. POC dengan kandungan nutrisi lebih rendah dari AB mix menyebabkan pertumbuhan tanaman selada merah menjadi terhambat sehingga bobot segar tanaman selada belum maksimal. Menurut Pramitasari *et al.*, (2016) tanaman yang diberi nitrogen yang rendah akan membuat pertumbuhan tanaman menjadi tidak sempurna.

Tabel 2. Peubah akar tanaman selada merah pada konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu yang berbeda

Konsentrasi POC	Panjang akar	Bobot segar (g)		Bobot kering (g)	
		Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
Kontrol	43,25 c	74,79 c	20,44 b	3,75 b	1,77 b
10 mL/L	35,87 ab	19,53 a	16,22 ab	1,11 a	1,23 a
20 mL/L	38,75 bc	36,33 b	15,48 a	1,60 a	1,22 a
30 mL/L	34,55 ab	27,47 ab	13,28 a	1,49 a	1,11 a
40 mL/L	29,00 a	21,54 a	13,01 a	1,10 a	1,16 a
KK (%)	12,2	15,7	15,7	15,4	8,6

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ Tukey 5%; KK = Koefisien keragaman

## KESIMPULAN

Konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu 20 mL/L menghasilkan jumlah daun, luas daun, panjang akar, bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk selada merah yang terbesar. Pertumbuhan selada merah yang memperoleh perlakuan konsentrasi POC cangkang telur dan ampas tahu lebih rendah jika dibandingkan yang memperoleh perlakuan kontrol (AB mix 5 mL/L).

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2017). Statistik Lahan Pertanian 2012–2016. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Agustina. (2004). Dasar Nutrisi Tanaman, Rineka Cipta, Jakarta.
- Butcher, G.D. & Ricahrd, M. (1990). Concepts of eggshell quality. *Journal International IFAS Extension*. Institute Of Food And Agricultural Sciences. University Florida, Gainesville FL 32611. [http://www.hourofthetime.com/lib/Animal%20Husbandry/Concepts\\_of\\_Egg-shell\\_Quality.pdf](http://www.hourofthetime.com/lib/Animal%20Husbandry/Concepts_of_Egg-shell_Quality.pdf).
- Gan & Azrina. (2016). Antioxidant Properties of Selected Varieties of Lettuce (*Lactuca Sativa L.*) commercially available in Malaysia. *International Food Research Journal*, 23(6), 2357-2362. [https://www.researchgate.net/publication/312128095\\_Antioxidant\\_properties\\_of\\_selected\\_varieties\\_of\\_lettuce\\_Lactuca\\_sativa\\_L\\_commercially\\_available\\_in\\_Malaysia](https://www.researchgate.net/publication/312128095_Antioxidant_properties_of_selected_varieties_of_lettuce_Lactuca_sativa_L_commercially_available_in_Malaysia).
- Hakim, N., Nyakpa, Y., Lubis, A., Nugroho, S., Saul, M., Diha, M. A. & Bailey, H. H. (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Jan, S., Rashid, Z., Ahngar, T.A., Iqbal, S., Naikoo, M.A., Majeed, S., Bhat, T.A., Gul, R. & Nazir, I. (2020). Hydroponics – A Review. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 9(8), 1779-1787. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.908.206>.
- Jupry, R. & Kurnia, T.D. (2020). Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau pada hidroponik sistem rakit apung terhadap konsentrasi pupuk organik cair dari limbah ampas tahu. *Jurnal Pertanian Agros*, 22(1), 61-70. <http://www.e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/1106>.
- Kaswinarni, F. (2017). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Novita, D., Syamsudin, T. & Giawa, A. (2020). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman gambas (*Luffa acutangula L. Roxb*) terhadap pemberian *Trichoderma* sp dan beberapa dosis pupuk kandang kotoran sapi. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Agornitas*, 2(2). DOI: [10.51517/ags.v2i2.236](https://doi.org/10.51517/ags.v2i2.236).
- Pramitasari, H. E., Wardiyati, T. & Nawawi, M. (2016). Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4 (1), 49–56. DOI: [10.21176/protan.v4i1.259](https://doi.org/10.21176/protan.v4i1.259).
- Pratama, A. (2016). Pengaruh Berbagai Macam Medium Tanam dan Konsentrasi POC Urine Sapi Pada Pertumbuhan dan Hasil Caisim Dengan Sistem Wick Pot Hidroponik. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- Rosnina & Sarah, M. (2020). Optimization of AB-mix fertilizer on varieties of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Journal of Tropical Horticultura*, 3(2), 86-91. DOI: <https://dx.doi.org/10.33089/jthort.v3i2.56>
- Shanker, A. K., Cervantes, C., Tavera, H. L. & Avudainayagam, S. (2002). Chromium Toxicity In Plants. *Environement International*, 31(5), 739-753.
- Silvina, F. & Syafrinal. (2008). Penggunaan berbagai medium tanam dan konsentrasi pupuk organik cair pada pertumbuhan dan produksi mentimun jepang (*Cucumis sativus*) secara Hidroponik. *SAGU*, 7(1), 7-12.
- Subandi, M., Salam, N.P. & Frasetya, B. (2015). Pengaruh berbagai nilai ec (electrical conductivity) terhadap pertumbuhan dan hasil bayam (*Amarantus sp*) pada hidroponik sistem rakit Apung (floating hidroponics system). *Jurnal Agroekoteknologi*, 9(2), 136–152. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/192>.
- Sugiharti, E.P., Raksun, A. & Mertha, I.G. (2022). The effect of liquid organic fertilizer from tofu industrial waste and EM4 on the growth of mustard greens (*Brassica juncea L.*). *J. Pijar MIPA*, 17(4), 554-559. DOI: [10.29303/jpm.v17i4.3412](https://doi.org/10.29303/jpm.v17i4.3412).
- Sukawati, I. (2010). Pengaruh Kepekatan Larutan Nutrisi Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Baby Kailan (*Brassica Oleraceae* Var. *Albo-Glabra*) Pada Berbagai Komposisi Media Tanam Dengan Sistem Hidroponik Substrat. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Sutrisno, A., Ratnasari, E. & Fitrihidajati, H. (2015). Fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 sebagai alternatif nutrisi hidroponik dan aplikasinya pada sawi hijau (*Brassica juncea var. Tosakan*). *LenteraBio*, 4(1), 56-63. <https://core.ac.uk/download/pdf/230675614.pdf>.
- Suwandi & N, Nurtika. (1997). Pengaruh pupuk cair biokimia “Sari Humus” pada tanaman kubis. *Buletin Penelitian Hortikultura*, 15(20), 213-218.
- Tellez, L. I. T. & Merino, F. C. G. (2012). *Hydroponics – A Standard Methodology for Plant Biological Researches*. Mexico: Colegio de Postgraduados.
- Yelianti, U. (2011). Respon tanaman selada (*Lactuca sativa L.*) terhadap pemberian pupuk hayati dengan berbagai agen hayati. *Jurnal Biospecies*, 4(2), 35 – 39.