

Respons Pertumbuhan dan Hasil Mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Kombinasi Media Substrat dengan Sistem Hidroponik

*Growth and Yield Response of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Several Combinations of Substrate Medium with Hydroponic System*

Nurul Aini^{1*}, Efi Zulfitra Muzakiyah¹

Diterima 31 Januari 2023/Disetujui 25 Agustus 2023

ABSTRACT

The characteristics of the soilless media are an important factor in cultivating cucumber plants using a hydroponic substrate system. The aim of this research is to study the effect of a combination of media derived from oyster mushroom baglog waste, husks and husk charcoal on the growth and yield of cucumbers in a hydroponic substrate system. The experiment was structured based on a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications. The treatment consisted of 9 media combinations, namely mushroom baglog waste (100%), rice husks (100%), charcoal husks (100%), and combinations with each ratio of 25:75; 50:50 and 75: 25%. The results of the research showed that cucumbers grown in a combination of mushroom baglog waste media + husk charcoal (25:75) produced higher leaf area, number of leaves, dry weight, root volume as well as weight and number of fruit compared to 100% mushroom baglog waste media. These results are supported by improvements in the physical properties of the media (porosity, air space), absorption and nutrient content in the media. In conclusion, to be an ideal medium, mushroom baglog waste should be combined with husk charcoal in a ratio of 25:75.

Keywords: baglog waste, nutrient, porosity, root volume

ABSTRAK

Karakteristik media bukan tanah menjadi faktor yang penting dalam budidaya tanaman mentimun dengan sistem hidroponik substrat. Tujuan dari penelitian ini yaitu mempelajari pengaruh kombinasi media yang berasal dari limbah baglog jamur tiram, sekam dan arang sekam terhadap pertumbuhan dan hasil mentimun pada sistem hidroponik substrat. Percobaan disusun berdasarkan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari 9 kombinasi Media yaitu limbah baglog jamur (100%), sekam padi (100%), arang sekam (100%), dan kombinasinya dengan masing-masing perbandingan 25:75; 50:50 dan 75: 25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mentimun yang ditanam pada kombinasi media limbah baglog jamur + arang sekam (25:75) menghasilkan luas daun, jumlah daun, bobot kering, volume akar serta bobot dan jumlah buah yang lebih tinggi dibandingkan pada media limbah baglog jamur 100%. Hasil ini didukung dengan perbaikan sifat fisik media (porositas, ruang udara), serapan dan kandungan unsur hara dalam media. Kesimpulannya, agar menjadi media yang ideal, limbah baglog jamur sebaiknya dikombinasikan dengan arang sekam dengan perbandingan 25:75.

Kata kunci: limbah baglog, nutrisi, porositas, volume akar

PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan tanaman sayuran buah yang berasal dari family *cucurbitaceae* yang kaya akan kandungan protein, karbohidrat, lemak, fosfor,

kalsium, besi, serta berbagai vitamin seperti Vitamin C dan Vitamin B1, B2 serta B6 (Rajasree *et al.*, 2016; Shariff *et al.*, 2021).

Budidaya tanaman dengan menggunakan media selain tanah (hidroponik) dapat menjadi alternatif sistem budidaya

¹Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang
Jl. Veteran Malang, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia.
E-mail: nra-fp@ub.ac.id (*penulis korespondensi)

yang menghasilkan produk tanaman dengan kualitas yang lebih baik, serta penggunaan sumberdaya yang lebih efisien (Sharma *et al.*, 2018; Prakash *et al.*, 2020). Hidroponik substrat merupakan salah satu jenis hidroponik yang paling mudah dan dapat digunakan pada berbagai jenis komoditas sayuran. Karakteristik media substrat yang digunakan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Penggunaan lebih dari satu jenis media tanam dengan perbandingan tertentu seringkali diperlukan untuk menciptakan media tumbuh ideal yang dapat menyimpan air dan nutrisi dengan efisien (Fields *et al.*, 2018). Salah satu bahan organik potensial dengan pemanfaatan yang masih terbatas adalah limbah atau sisa baglog jamur tiram yang telah terpakai.

Limbah baglog merupakan sisa media yang sudah tidak dapat digunakan untuk produksi jamur. Bahan utama yang digunakan dalam media baglog umumnya berasal dari serbuk gergaji yang seringkali juga dimanfaatkan sebagai media atau campuran media substrat dalam sistem hidroponik (Lestari *et al.*, 2020). Secara fisik, serbuk gergaji memiliki ukuran partikel yang kecil (Maharani *et al.*, 2010). Serbuk gergaji juga memiliki kandungan Hemiselulosa, Lignin, Karbon dan mineral (El-Ladan dan Olofin, 2013). Volume limbah baglog yang dihasilkan industri jamur semakin meningkat, sehingga dibutuhkan pemanfaatan yang tepat agar tidak berdampak negatif bagi lingkungan. Agar terciptakan karakteristik media yang baik, limbah baglog dapat dikombinasikan dengan media substrat lain seperti sekam padi. Bererapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa limbah baglog jamur memiliki potensi untuk digunakan sebagai kompos/pupuk organik pada pembibitan maupun budidaya tanaman sayuran (Priadi dan Saskiawan, 2018; Muchena *et al.*, 2021). Namun pemanfaatan sebagai media substrat pada sistem hidroponik masih belum banyak dilaporkan. Hal ini mendasari dilaksanakannya penelitian dengan tujuan mempelajari pengaruh kombinasi media limbah baglog jamur tiram, sekam dan arang sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun yang ditanam dengan sistem hidroponik substrat.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian dan Desain Percobaan

Percobaan dilaksanakan di *Greenhouse* Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, yang terletak di Desa Jatimulyo, Lowokwaru, Malang pada bulan Maret hingga Juni 2021. Percobaan terdiri dari 9 kombinasi media substrat yang disusun berdasarkan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) 1 faktor. Perlakuan Kombinasi media substrat terdiri dari: (1) limbah baglog jamur (Lj)(100%); (2) sekam padi (Sp)(100%); (3) arang sekam (As) (100%); (4) limbah baglog jamur + sekam padi (75%:25%); (5) limbah baglog jamur + arang sekam (75%:25%); (6) limbah baglog jamur + sekam padi (50%:50%); (7) limbah

baglog jamur + Arang sekam 50%:50%); (8) Limbah baglog jamur + Sekam Padi (25%:75%); (9) Limbah baglog jamur + Arang sekam (25%:75%). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga keseluruhan terdiri dari 27 satuan perlakuan. Setiap satu satuan percobaan terdiri dari 10 polibag (1 tanaman per polibag), sehingga populasi keseluruhan sebanyak 270 tanaman mentimun.

Persiapan Media Substrat, Bahan Tanam dan Transplanting

Media dicampur sesuai dengan komposisi perlakuan berdasarkan perbandingan bobot (w/w) dan dimasukkan ke polibag berukuran volume 4 kg polibag⁻¹. Benih mentimun jepang Varietas Roberto F1 yang digunakan disemai pada *tray* persemaian. Setelah 14 hari, bibit kemudian dipindah tanam (*transplanting*) pada polibag.

Pemeliharaan Tanaman dan Pemberian Nutrisi

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan antara lain: penyulaman, pemasangan ajir bambu, penyiangan, pewiwilan (pembuangan tunas muda di ketiak daun) serta pengendalian hama dan penyakit.

Nutrisi yang digunakan yaitu AB Mix Platinum. Larutan A terdiri dari: Ca(NO₃)₂, KNO₃, dan Fe EDTA, sedangkan larutan B: KH₂PO₄, (NH₄)₂SO₄, K₂SO₄, MgSO₄, CuSO₄, ZnSO₄, H₃BO₃, MnSO₄, dan (NH₄)₆Mo₇O₂₄. Pembuatan larutan stok A dan stok B dilakukan dengan mencampurkan nutrisi (225 g) ke dalam 1.5 L air. Cara aplikasi, larutan diencerkan dengan konsentrasi 5 ml stok A + 5 ml stok B L⁻¹ air. Nutrisi diberikan dengan volume aplikasi 250 ml polibag⁻¹ dengan frekuensi 2 kali seminggu, dimulai 1 minggu setelah *transplanting* (MST) sampai tanaman siap dipanen.

Analisis Sifat Fisik Media Substrat

Untuk menghitung *bulk density* (BD), media dihitung bobot dan volumenya. Untuk menghitung porositas (P), sebanyak 500 ml media dimasukkan ke dalam gelas ukur dan ditambahkan air hingga jenuh. Cara menghitung ruang udara (RU), sebanyak 500 ml media dimasukkan pada gelas berlubang dan ditambahkan air dengan volume yang sama. Nilai BD, P dan RU dihitung dengan persamaan yang disampaikan (Ciptaningtyas dan Suhardiyanto, 2016).

Pengamatan Pertumbuhan dan Komponen Hasil Tanaman

Pengamatan luas daun (LD) menggunakan metode panjang x lebar (p x l). Untuk menghitung faktor koreksi (fk), sebanyak 30 helai daun (kecil, sedang, besar) dihitung luas daun total nya dengan menggunakan *Leaf Area Meter* (LAM) dan p x l daun. Nilai fk didapatkan dari pembagian LD metode LAM dan LD Metode p x l (Sitompul, 2016) Selanjutnya luas daun per tanaman dihitung dengan rumus: LD (cm²tanaman⁻¹) = p x l x fk x jumlah daun.

Pengamatan bobot kering tanaman dan volume akar dilakukan pada akhir pertumbuhan (saat panen). Sampel tanaman diambil secara destruktif. Tanaman dikeringkan dengan oven bersuhu 70 °C selama 48 jam, kemudian ditimbang bobotnya. Akar yang telah dipotong dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi 100 ml air. Volume akar didapatkan dengan menghitung selisih dari volume awal dan akhir.

Bunga jantan dan betina yang telah terbuka sempurna dihitung dengan interval 3 hari. Buah yang sudah masak dipanen dengan interval 3-5 hari. Total buah yang dihasilkan per tanaman dihitung dan ditimbang bobotnya.

Analisis Serapan Hara dan Kandungan Hara Media Substrat

Analisis kandungan unsur hara makro N, P dan K dilakukan pada sampel tanaman dan media pada masing-masing perlakuan. Serapan hara tanaman dihitung dengan mengkalikan kadar hara dengan bobot kering.

Analisis Data

Data yang telah diperoleh diuji dengan analisa ragam atau ANOVA untuk RKL dan apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mentimun merupakan sayuran dari famili *Cucurbitaceae* yang sudah populer di dunia. Dalam proses produksi mentimun secara hidroponik substrat sering mengalami kendala terutama terkait sifat fisik dan kimia media. Hasil pengamatan sifat fisik media (Gambar 1) menunjukkan bahwa media limbah baglog jamur 100%, menghasilkan nilai *bulk density* yang tinggi dan porositas yang rendah. Pada media limbah baglog jamur + arang sekam (25:75) memiliki nilai porositas dan ruang udara yang tinggi. Porositas dan persentase ruang udara merupakan sifat fisik media yang mempengaruhi proses pergerakan air dan nutrisi. Porositas yang tinggi erat kaitannya dengan suplai oksigen untuk respirasi perakaran (Neira *et al.*, 2015). Sebaliknya pada kondisi dimana nilai porositas media rendah, suplai oksigen ke akar yang digunakan respirasi menjadi terbatas. Hal ini dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Roblero *et al.*, 2020).

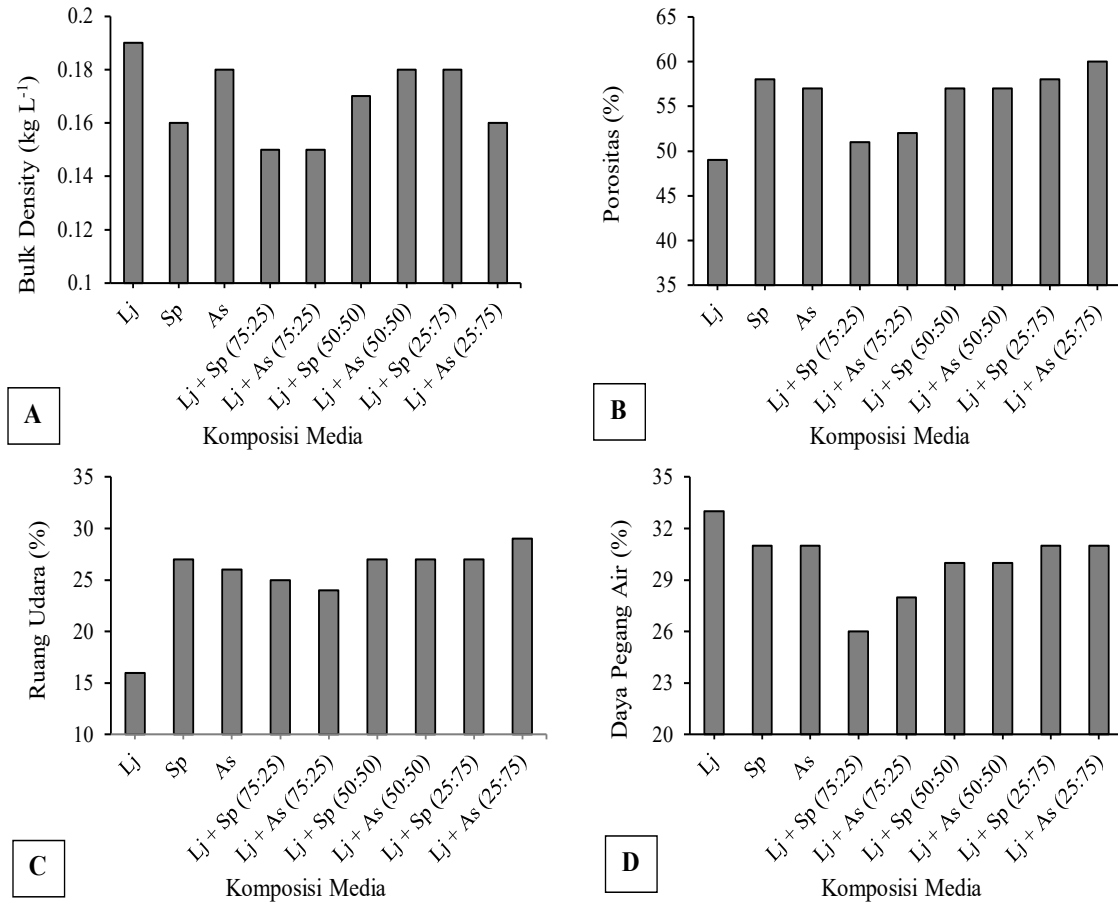
Pada pengamatan luas daun, media limbah jamur + arang sekam (25:75) dan media limbah baglog jamur + arang sekam (50:50) menghasilkan luas daun yang lebih tinggi (Tabel 1). Menurut Indahsari dan Aini (2018), media mempengaruhi ketersediaan hara sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan organ tanaman termasuk daun. Sejalan dengan luas daun, kombinasi limbah baglog jamur dan sekam padi maupun arang sekam (25:75) menghasilkan peningkatan bobot kering tanaman (Tabel 1). Bobot kering tanaman berbanding lurus dengan kemampuan tanaman

dalam menyerap dan mengkonversi energi matahari. Peningkatan luas daun diasosiasikan dengan peningkatan kemampuan tanaman dalam menyerap sinar matahari. Hal ini dapat meningkatkan laju fotosintesis sehingga fotosintat yang dialokasikan ke organ vegetatif tanaman menjadi lebih baik. Hasil penelitian yang serupa juga dilaporkan pada tanaman Indian mustard yang menghasilkan peningkatan bobot segar tanaman pada campuran media limbah baglog jamur dan kompos (Priadi dan Saskiawan, 2018).

Secara umum, limbah media jamur membutuhkan adanya pencampuran dengan media lain. Limbah baglog jamur yang berasal dari serbuk gergaji memiliki ukuran partikel yang halus, sehingga dibutuhkan pencampuran dengan media yang memiliki ukuran partikel yang lebih kasar untuk meningkatkan porositas. Hasil ini juga didukung dengan pengamatan akar yang menunjukkan volume akar (Tabel 1) paling rendah didapatkan pada media limbah baglog jamur yang tanpa dicampur dengan media lain. Volume akar dapat menggambarkan pertumbuhan akar yang berhubungan erat dengan jangkauan dan bidang serap. Pertumbuhan akar tanaman yang baik di pengaruhi oleh media dengan porositas tinggi, aerasi dan dranas yang baik (Othman *et al.*, 2019).

Pada pengamatan komponen hasil menunjukkan bahwa Mentimun yang ditanam pada media limbah baglog jamur 100% dan 75% menghasilkan jumlah bunga betina dan persentase fruitset yang lebih rendah (Tabel 2). Pembentukan bunga dan buah yang lebih tinggi pada jenis dan komposisi media tertentu dapat dikaitkan dengan perbaikan kondisi area perakaran tanaman pada media tersebut (Thakur dan Shylla, 2018). Tanaman yang ditanam pada media limbah baglog jamur 100% menghasilkan buah dengan jumlah dan bobot yang paling rendah. Sebaliknya, tanaman yang ditanam pada campuran media limbah baglog dan arang sekam (25:75) menghasilkan bobot buah lebih tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% arang sekam. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa media yang digunakan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman karena hal tersebut berkaitan dengan kemampuan media dalam memegang air dan hara. Hasil ini sejalan dengan penelitian Prasad *et al.* (2021) dimana limbah media jamur seperti *Agaricus bisporis* dan *Lentinus edodes* dapat digunakan sebagai bahan campuran media substrat peat dengan proporsi 15-25% yang dapat meningkatkan hasil tanaman stroberi, sedangkan arang sekam mempunyai tekstur kasar sehingga memperbaiki sirkulasi udara berfungsi mempermudah akar tanaman menyerap unsur hara, abu sekam dianggap memiliki daya serap terhadap air sedikit, tetapi aerasi udaranya sangat baik (Qunino dan Taolin, 2018).

Media yang berhubungan langsung dengan perkembangan akar tanaman dapat menstimulasi pertumbuhan tajuk tanaman dan penyerapan nutrisi sehingga peningkatan hasil dapat tercapai (Gruda, 2020). Hasil penelitian ini didukung dengan hasil analisis serapan hara yang mana pada media limbah baglog jamur tanpa campuran menghasilkan



Gambar 1. Sifat fisik media pada berbagai kombinasi media substrat. Bulk density (A); porositas (B); ruang udara (C) dan daya pegang air (D). Lj: Limbah baglog jamur; Sp: Sekam padi; As: Arang sekam. Sampel media diambil secara komposit dan tanpa ada ulangan.

Tabel 1. Volume akar, luas daun, bobot kering tanaman mentimun dengan berbagai perlakuan kombinasi media.

| Perlakuan | Volume akar (cm ³) | Luas daun (cm ² tanaman ⁻¹) | Bobot kering tanaman (g tanaman ⁻¹) |
|-------------------|--------------------------------|--|---|
| | | | |
| Lj | 19.50 a | 1638.78 a | 21.37 a |
| Sp | 21.67 bc | 2235.16 b | 25.00 b |
| As | 21.17 bc | 2357.22 bc | 24.90 ab |
| Lj + Sp (75:25) | 20.67 b | 2298.04 bc | 23.77 ab |
| Lj + As (75:25) | 21.50 bc | 2313.81 bc | 22.57 ab |
| Lj + Sp (50:50) | 21.83 bc | 2388.47 c | 24.33 ab |
| Lj + As (50:50) | 21.83 bc | 2414.84 cd | 24.53 ab |
| Lj + Sp (25:75) | 22.47 bc | 2329.28 bc | 25.03 b |
| Lj + As (25:75) | 22.67 c | 2515.27 d | 25.73 b |
| BNT _{5%} | 1.36 | 113.30 | 3.46 |
| | * | * | * |

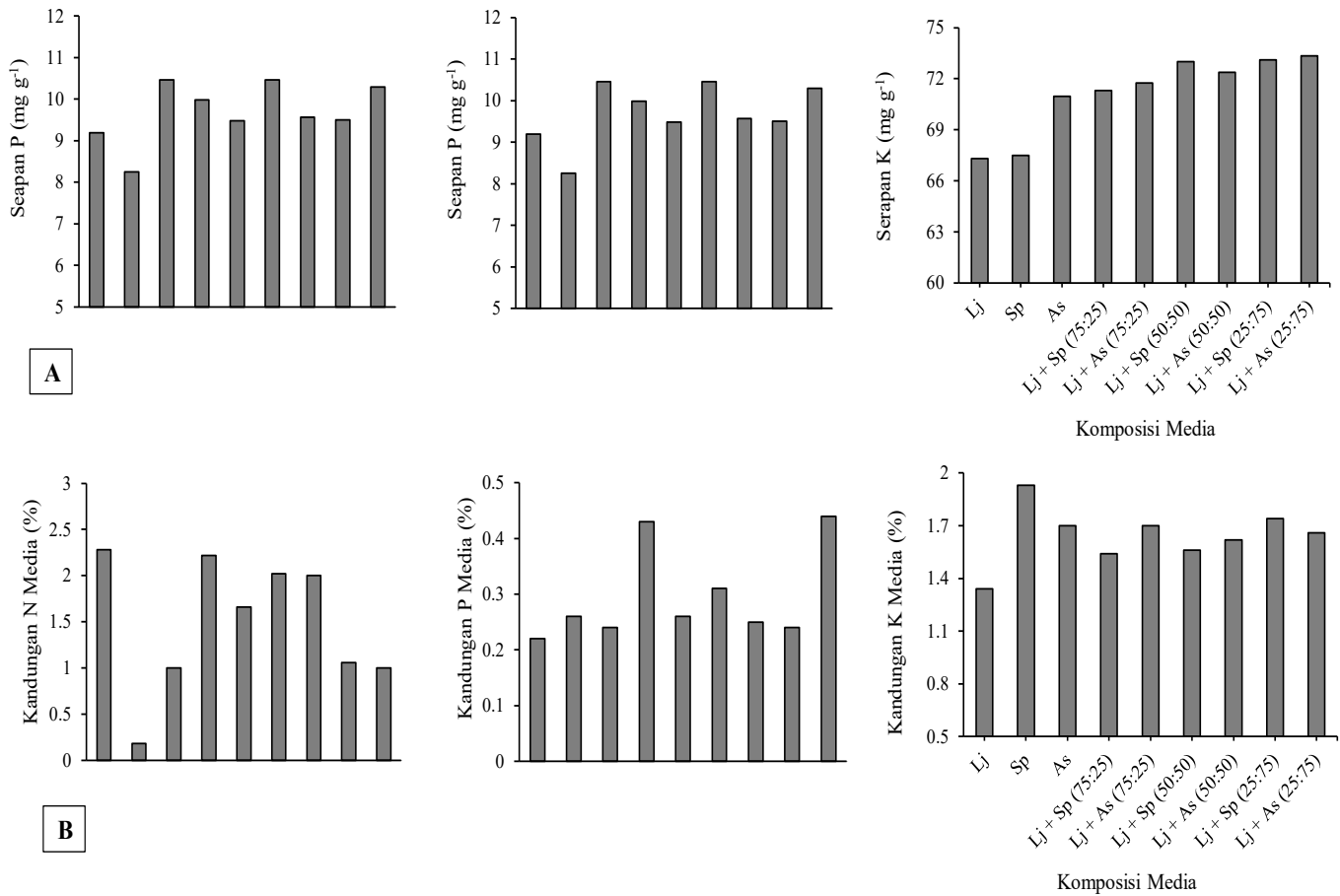
Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama di kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf $\alpha = 5\%$.

* = berpengaruh nyata; Lj: Limbah baglog jamur; Sp: Sekam padi; As: Arang sekam; HST= hari setelah trasplanting.

Tabel 2. Komponen hasil tanaman mentimun pada berbagai perlakuan kombinasi media substrat

| Perlakuan | Jumlah (tan ⁻¹) | | | Fruitset (%) | Bobot buah | |
|-------------------|-----------------------------|--------------|---------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| | Bunga jantan | Bunga betina | Buah | | (g buah ⁻¹) | (kg tan ⁻¹) |
| Lj | 9.73 | 7.50 a | 4.59 a | 68.00 a | 286.1 a | 1.31 a |
| Sp | 9.90 | 8.12 bc | 5.23 cd | 72.00 b | 369.4 c | 1.91 cd |
| As | 10.27 | 8.32 bc | 5.56 cd | 77.00 bc | 380.5 cd | 2.10 de |
| Lj + Sp (75:25) | 9.77 | 7.87 ab | 5.01 b | 68.00 a | 332.5 b | 1.66 b |
| Lj + As (75:25) | 10.13 | 7.89 ab | 5.07 b | 70.00 b | 348.2 bc | 1.73 bc |
| Lj + Sp (50:50) | 9.93 | 8.12 bc | 5.18 bc | 70.00 b | 351.4 bc | 1.84 cd |
| Lj + As (50:50) | 11.33 | 8.13 bc | 5.38 cd | 75.00 bc | 355.7 bc | 1.91 cd |
| Lj + Sp (25:75) | 11.13 | 8.08 bc | 5.43 cd | 79.00 c | 369.1 c | 2.02 d |
| Lj + As (25:75) | 11.17 | 8.48 c | 5.61 d | 78.00 bc | 400.1 d | 2.23 e |
| BNT _{5%} | - | 0.42 | 0.19 | 0.05 | 25.75 | 0.71 |
| | tn | * | * | * | * | * |

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama di kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf $\alpha = 5\%$.
 * = perlakuan berpengaruh nyata; Lj: Limbah baglog jamur; Sp: Sekam padi; As: Arang sekam.



Gambar 2. Serapan hara tanaman mentimun (A) dan kandungan hara media (B) pada berbagai perlakuan kombinasi media substrat. Lj: Limbah baglog jamur; Sp: Sekam padi; As: Arang sekam.

nilai serapan hara N, P dan K yang relatif lebih rendah (Gambar 2A.). Sementara itu, hasil analisis kandungan unsur hara (Gambar 2B.) menunjukkan bahwa limbah baglog jamur memiliki kandungan N yang relatif tinggi namun kandungan P dan K relatif lebih rendah. Kandungan N pada media yang cukup tinggi namun tidak mampu diserap oleh tanaman dan kandungan unsur lain yang rendah dapat diyakini menjadi alasan utama pertumbuhan dan hasil mentimun yang lebih rendah.

Ketidakefektifan penyerapan nutrisi pada media substrat dapat dimungkinkan karena media limbah baglog jamur memiliki nilai pH dan electrical conductivity (EC) yang tinggi sehingga nutrisi menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Medina *et al.*, 2009). Dari sisi lain, pencampuran media limbah baglog dengan arang sekam/sekam padi, selain dapat memperbaiki sifat fisik, juga terbukti dapat membantu meningkatkan kandungan unsur hara terutama P dan K.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa limbah baglog jamur tiram memerlukan campuran media lain yang lebih kasar seperti arang sekam padi atau sekam padi agar menjadi media yang ideal pada budidaya tanaman mentimun dengan sistem hidroponik substrat. Kombinasi media limbah baglog jamur tiram sebaiknya hanya digunakan sebanyak 25%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dana PNBPF Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Agus Prayitno yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ciptaningtyas, D., H. Suhardiyanto. 2016. Sifat thermo-fisik arang sekam (thermo-physical properties of rice husk char). *J. Teknotan* 10(2): 1–6.
- Cunino, I.I., R.I.C.O. Taolin. 2018. Effect of rice husk charcoal and liquid bokashi on growth cucumis (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Dryland Conservation Agriculture*, 3(2):24-28.
- El-Ladan, I.Y., E.A. Olofin. 2013. Proximate and ineral analyses of variously treated sawdust as a potential livestock feed. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol.* 19(1): 44–48.
- Fields, J.S., J.S. Owen, J.E. Altland, M.W. van Iersel, B.E. Jackson. 2018. Soilless substrate hydrology can be engineered to influence plant water status for an ornamental containerized crop grown within optimal water potentials. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 143(4): 268–281. Doi: 10.21273/JASHS04251-17.
- Gruda, N.S. 2020. Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy* 9(6): 1–24. Doi: 10.3390/agronomy10091384.
- Indahsari, A.E.S., N. Aini. 2018. Pengaruh media tanam dan interval pemberian larutan nutrisi pada pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* L. var. alboglabra) secara hidroponik substrat. *J. Produksi Tanam.* 6(6): 1126–1133.
- Lestari, D., Armaini, Gusmawartati. 2020. Pengaruh konsentrasi nutrisi dan beberapa media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman seledri (*Apium graveolens* L.) dengan sistem wick secara hidroponik. *J. Hort. Indonesia.* 11(3): 183–191. Doi: 10.29244/jhi.11.3.183-191.
- Maharani, R., T. Yutaka, T. Yajima, T. Minoru. 2010. Scrutiny on physical properties of sawdust from tropical commercial wood species: effects of different mills and sawdust's particle size. *Indonesia. J. For. Res.* 7(1): 20–32. Doi: 10.20886/ijfr.2010.7.1.20-32.
- Medina, E., C. Paredes, M.D. Pérez-Murcia, M.A. Bustamante, R. Moral. 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresour. Technol.* 100(18): 4227–4232. Doi: 10.1016/j.biortech.2009.03.055.
- Muchena, F.B., C. Pisa, M. Mutetwa, C. Govera, W. Ngezimana. 2021. Effect of spent button mushroom substrate on yield and quality of baby spinach (*Spinacia oleracea*). *Int. J. Agron.* 2021: 1–9. Doi: 10.1155/2021/6671647.
- Neira, J., M. Ortiz, L. Morales, E. Acevedo. 2015. Oxygen diffusion in soils: Understanding the factors and processes needed for modeling. *Chil. J. Agric. Res.* 75(August): 35–44. Doi: 10.4067/S0718-58392015000300005.
- Othman, Y., K. Bataineh, M. Al-Ajlouni, N. Alsmairat, J. Ayad, et al. 2019. Soilless culture: Management of growing substrate, water, nutrient, salinity, microorganism and product quality. *Fresenius Environ. Bull.* 28(4A): 3249–3260.

- Prakash, S., R. Singh, A.R. Kumari, A.K. Srivastava. 2020. Role of hydroponics towards quality vegetable production: an overview. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. Special Is*(40): 252–259.
- Prasad, R., J. Lisiecka, M. Antala, A. Rastogi. 2021. Influence of different spent mushroom substrates on yield, morphological and photosynthetic parameters of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Agronomy* 11(10): 1–20. Doi: 10.3390/agronomy11102086.
- Priadi, D., I. Saskiawan. 2018. The utilization of spent oyster mushroom substrates into compost and its effect on the growth of indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern.) in the screenhouse. *Int. J. Agric. Technol.* 14(3): 351–362.
- Rajasree, R.S., P.I. Sibi, F. Francis, H. William. 2016. Phytochemicals of cucurbitaceae family – A review. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* 8(1): 113–123.
- Roblero, M. de J.M., J.P. Pineda, M.T. León, J.S. Castellanos. 2020. Oxygen in the root zone and its effect on plants. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas* 11(4): 931–943.
- Shariff, A.H.M., P.N.Z.M.M.A. Wahab, A.H. Jahurul, N. Huda, N.B. Romes, et al. 2021. Nutrient composition, total phenolic content, and antioxidant activity of tropical Kundasang-grown cucumber at two growth stages. *Chil. J. Agric. Res.* 81(2): 220–227. Doi: 10.4067/S0718-58392021000200220.
- Sharma, N., S. Acharya, K. Kumar, N. Singh, O.P. Chaurasia. 2018. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *J. Soil Water Conserv.* 17(4): 364–371. Doi: 10.5958/2455-7145.2018.00056.5.
- Sitompul, S. M. 2016. Analisis pertumbuhan tanaman. UB Press. Malang.