

Inovasi Vertikultur Berbasis Limbah Plastik untuk Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa* L.) di Perkotaan

Plastic Waste-Based Vertical Gardening Innovation for Shallot (*Allium cepa* L.) Cultivation in Urban Areas

Branly Cornelius Ilham Begenzia^{1*}, Surya Ari Widya²

^{1,2} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Email korespondensi: bcib026@mhs.uwks.ac.id

ABSTRACT

This activity aimed to utilize plastic waste as a medium for vertical cultivation and to explore the potential of shallot production on limited land. The methods included field surveys, literature studies, construction of a vertical gardening rack using used plastic bottles, shallot planting, and plant maintenance consisting of watering, fertilization, pest control, and replanting. The vertical gardening rack was made from six used 1.5-liter plastic bottles arranged on a wooden frame and installed on a house wall to optimize space utilization. The results showed that plastic bottle waste could be effectively used as a planting medium to support shallot growth in limited spaces. The vertical gardening system also helped reduce plastic waste accumulation, improve land-use efficiency, and provide a simple and economical cultivation alternative for urban communities. Therefore, plastic waste-based vertical gardening innovation has the potential to become an environmentally friendly solution for supporting shallot cultivation in urban areas.

Keywords: vertical gardening, plastic waste, shallot, urban area, cultivation

ABSTRAK

Kegiatan ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik sebagai wadah budidaya vertikultur serta mengetahui potensi budidaya bawang merah pada lahan terbatas. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, studi pustaka, pembuatan rak vertikultur dari botol plastik bekas, penanaman umbi bawang merah, serta perawatan tanaman yang mencakup penyiraman, pemupukan, pengendalian hama, dan penyulaman. Rak vertikultur dibuat menggunakan enam botol plastik bekas berukuran 1,5 liter yang disusun pada rangka kayu dan dipasang pada dinding rumah untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa limbah botol plastik dapat dimanfaatkan sebagai media tanam yang mendukung pertumbuhan bawang merah pada lahan sempit. Sistem vertikultur juga memudahkan perawatan tanaman, mengurangi penumpukan sampah plastik, serta meningkatkan efisiensi penggunaan ruang di lingkungan perkotaan. Dengan demikian, inovasi vertikultur berbasis limbah plastik dapat menjadi alternatif budidaya bawang merah yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan bagi masyarakat perkotaan.

Kata Kunci: Vertikultur, limbah plastik, bawang merah, perkotaan, budidaya

PENDAHULUAN

Permasalahan limbah plastik menjadi salah satu masalah lingkungan yang banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Plastik sering digunakan sebagai kemasan berbagai produk seperti minuman dan makanan karena sifatnya yang ringan dan praktis. Namun, setelah digunakan plastik sering dibuang begitu saja dan menumpuk sebagai sampah. Plastik juga membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan kembali limbah plastik agar dapat memiliki nilai guna serta membantu mengurangi jumlah sampah yang ada di lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Salah satu jenis limbah plastik yang sering ditemukan adalah botol plastik bekas minuman. Botol plastik ini sebenarnya masih dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai keperluan, salah satunya sebagai wadah tanam. Pemanfaatan botol plastik sebagai wadah tanam merupakan cara sederhana yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah plastik sekaligus memanfaatkan barang bekas agar memiliki nilai guna. Selain membantu menjaga lingkungan, cara ini juga dapat menjadi alternatif bagi masyarakat untuk melakukan kegiatan bercocok tanam dengan biaya yang lebih sederhana (Suryani, 2019).

Selain permasalahan limbah plastik, kegiatan budidaya tanaman bawang ini juga sering menghadapi kendala berupa gangguan hama, salah satunya adalah siput. Hama siput dapat merusak tanaman dengan cara memakan bagian daun dan umbi sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan hasil panen. Kondisi lingkungan yang lembap sering menjadi faktor yang mendukung berkembangnya hama ini, terutama pada media tanam yang sering disiram. Oleh karena itu, dalam kegiatan budidaya tanaman, perlu dilakukan upaya pengendalian hama agar pertumbuhan tanaman tetap optimal dan tidak terganggu oleh serangan siput (Siregar, 2019).

Keterbatasan lahan juga menjadi kendala bagi sebagian masyarakat yang ingin melakukan kegiatan bercocok tanam. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan lahan adalah dengan menggunakan sistem vertikultur. Vertikultur merupakan metode menanam tanaman secara bertingkat sehingga dapat menghemat ruang dan memanfaatkan lahan yang sempit. Metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai wadah tanam, termasuk memanfaatkan barang bekas seperti botol plastik sebagai media tanam (Rukmana, 2018).

Bawang merah (*Allium cepa*) merupakan salah satu tanaman yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan masakan. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan relatif mudah dibudidayakan. Bawang merah juga dapat ditanam menggunakan berbagai metode, termasuk sistem vertikultur. Dengan memanfaatkan limbah botol plastik sebagai wadah dalam budidaya vertikultur tanaman bawang merah, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi lingkungan sekaligus menjadi alternatif cara bercocok tanam yang lebih efisien pada lahan yang terbatas (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020).

Pemanfaatan limbah plastik sebagai wadah telah banyak dikaji sebagai salah satu upaya untuk mengurangi jumlah sampah sekaligus mendukung kegiatan pertanian skala rumah tangga. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa botol plastik bekas dapat dimanfaatkan sebagai wadah tanam karena mampu menampung media tanam serta menjaga kelembapan tanah. Selain itu, penggunaan botol plastik sangat mudah diterapkan karena bahan tersebut mudah ditemukan di lingkungan sekitar dan tidak memerlukan biaya yang besar.

Inovasi juga menunjukkan bahwa sistem vertikultur dengan memanfaatkan bahan bekas seperti botol plastik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan tetap mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura. Beberapa jenis tanaman sayuran, termasuk bawang merah, dapat tumbuh dengan baik menggunakan sistem vertikultur selama media tanam dan perawatan dilakukan dengan baik. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah plastik sebagai wadah budidaya vertikultur menjadi salah satu alternatif yang dapat diterapkan dalam kegiatan bercocok tanam di lingkungan masyarakat (Utami, Nugroho, & Prasetyo, 2021). Tujuan dari inovasi vertikultur berbasis limbah plastik adalah untuk memanfaatkan limbah plastik sebagai wadah dalam budidaya vertikultur tanaman bawang merah dan mengetahui produksi tanaman bawang merah menggunakan sistem vertikultur.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Kegiatan Praktik ini dilaksanakan di Jl. Kapas Madya 1-A No. 43, Kota Surabaya. Pemilihan tempat dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya tanaman bawang merah dengan sistem vertikultur. Adapun waktu pelaksanaan kegiatan praktek ini dilaksanakan pada Senin, 9 Maret 2026 sampai dengan 9 Juni 2026. Selama kegiatan berlangsung, penulis melakukan beberapa tahapan kegiatan yang meliputi pencarian tempat, pelaksanaan kegiatan budidaya, dokumentasi kegiatan, serta penyusunan laporan.

Alat dan Bahan

Selama pelaksanaan kegiatan praktek ini, beberapa alat dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Alat

- a) Bar siku
- b) Pensil
- c) Paku Besi
- d) Paku beton
- e) Sprayer
- f) Sekrup
- g) Ring sekrup
- h) Obeng
- i) Palu
- j) Meteran
- k) Gunting
- l) Cutter
- m) Gergaji

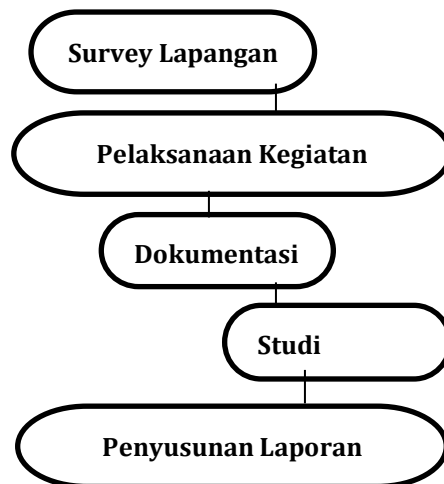
2. Bahan

- a) Air
- b) Bawang merah Brebes
- c) NPK
- d) Pupuk MKP
- e) Media Tanam Organik
- f) Kayu

g) Botol plastik

Metode Pelaksanaan

Metode praktek ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis untuk mendukung kelancaran kegiatan serta mencapai tujuan yang diharapkan.



Gambar 1. Metode pelaksanaan

Survei Lapangan

Tahap awal dalam pelaksanaan ini adalah melakukan survei lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi lokasi yang akan digunakan, termasuk ketersediaan lahan, lingkungan sekitar, serta faktor pendukung lainnya. Berdasarkan hasil survei, penulis mendapatkan lokasi pelaksanaan kegiatan di Jl. Kapas Madya 1-A No. 43, Kota Surabaya. Melalui survei ini, penulis dapat menentukan kesiapan tempat serta menyesuaikan rencana kegiatan budidaya yang akan dilakukan.

Pelaksanaan Kegiatan

Setelah survei lapangan dilakukan, tahap selanjutnya adalah pelaksanaan kegiatan. Pada tahap ini, penulis mulai menerapkan kegiatan budidaya bawang merah menggunakan teknik vertikultur sesuai dengan rencana yang telah disusun. Kegiatan ini meliputi persiapan media tanam, pembuatan rak vertikultur, penanaman, serta perawatan tanaman selama masa pertumbuhan.

Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan selama proses kegiatan berlangsung sebagai bentuk pencatatan dan bukti pelaksanaan. Dokumentasi dapat berupa foto dan catatan kegiatan mulai dari tahap awal hingga akhir. Hal ini bertujuan untuk mendukung data laporan serta memudahkan dalam penyusunan hasil kegiatan.

Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan berbagai informasi dari sumber seperti buku, jurnal, dan artikel yang relevan dengan kegiatan yang dilakukan. Informasi tersebut

digunakan untuk memperkuat landasan teori serta membantu dalam memahami konsep budidaya, vertikultur, dan pemanfaatan limbah plastik.

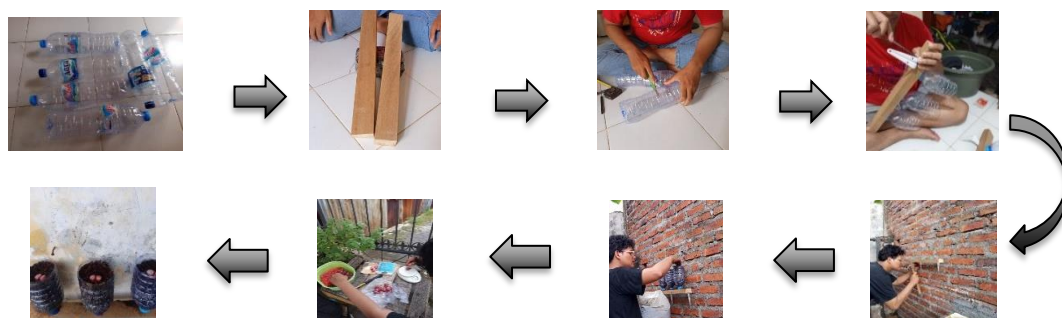
Penyusunan Laporan Praktek

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan. Pada tahap ini, seluruh hasil kegiatan yang telah dilakukan disusun secara sistematis mulai dari pendahuluan, tinjauan pustaka, metode pelaksanaan, hingga hasil dan pembahasan. Laporan ini dibuat sebagai bentuk bukti atas kegiatan yang telah dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alur Pembuatan Rak Vertikultur

Proses budidaya ini diawali dengan menyiapkan alat dan bahan utama, yaitu 6 buah limbah botol plastik berukuran 1,5 liter serta dua batang kayu yang masing-masing memiliki tinggi 50 cm. Langkah selanjutnya adalah memotong botol-botol plastik tersebut agar siap digunakan, diikuti dengan pemasangan tutup botol dan siku penyangga sebagai struktur penguat. Setelah rakitan pot siap, dilakukan pemasangan rak secara kokoh ke dinding atau tembok rumah. Penerapan model vertikultur statis pada dinding ini sangat efektif untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang atau pekarangan yang terbatas (Wasonowati, 2021). Tahap berikutnya adalah pengisian media tanam ke dalam pot-pot botol plastik yang telah ditata rapi di atas rak tersebut. Sebelum menanam, dilakukan proses sortir umbi bawang merah terlebih dahulu untuk memilih benih yang berkualitas baik. Pemilihan benih melalui sortasi dan penataan media yang tepat menjadi kunci utama dalam mendukung keberhasilan produktivitas tanaman pada sistem vertikultur rumah tangga (Hidayatulloh et al., 2022). Seluruh rangkaian proses ini diakhiri dengan penanaman umbi bawang merah ke dalam media tanam di dalam rak pot vertikultur.



Gambar 2. Alur pembuatan rak vertikultur

Perawatan Tanaman Bawang Merah

Perawatan tanaman bawang merah meliputi penyiraman, pemupukan, pengendalian hama, dan penyulaman. Penyiraman dilakukan dua kali sehari, yaitu pagi dan sore hari, untuk menjaga kelembapan media tanam. Pemupukan menggunakan NPK 16:16:16 dosis 2 gram per tanaman yang diberikan mulai umur 2 MST dan diulangi setiap minggu hingga menjelang panen dengan cara ditabur pada lubang kecil di sekitar tanaman. Pengendalian hama dilakukan melalui sanitasi lingkungan tanam, termasuk membersihkan gulma dan sisa tanaman serta menaburkan garam kasar pada area yang terserang siput. Penyulaman dilakukan dengan mengganti tanaman yang mati atau rusak akibat hama menggunakan bibit sehat, kemudian diikuti penyiraman dan pemupukan ringan agar tanaman cepat beradaptasi (Hamdani et al., 2023; Lay et al., 2023).



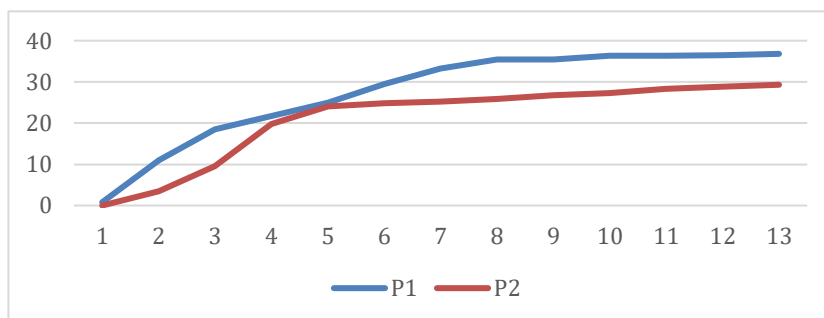
Gambar 3. Perawatan tanaman bawang merah

Parameter Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Berdasarkan hasil grafik tinggi tanaman bawang merah pada perlakuan P1 (Vertikultur) menghasilkan tinggi tanaman bawang merah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan P2 (Horizontal). Selisih tinggi tanaman pada akhir pengamatan mencapai sekitar 8 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem vertikultur memberikan kondisi yang lebih mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah dibandingkan sistem horizontal, yang ditunjukkan oleh pertambahan tinggi tanaman yang lebih cepat dan lebih besar selama masa pengamatan. Hal ini berkaitan dengan efisiensi pemanfaatan ruang tanam serta distribusi cahaya yang lebih merata pada setiap tanaman. Ketersediaan cahaya yang optimal berperan penting dalam proses fotosintesis yang menghasilkan energi dan asimilat untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk pemanjangan daun dan batang semu pada bawang merah. Menurut Taiz et al. (2018),

Tabel 1. Tinggi Tanaman Bawang Merah

Perlakuan	MST												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0	0	0	6	20	32	36	42	40	41	41	41	41
P1u2	0	0	0	0	0	9	19	19	19	19	19	19	19
P1u3	0	12	29	30	32	34	40	41	41	40	40	40	40
P1u4	0	14	21	30	32	33	34	38	40	42	42	42	43
P1u5	5	26	31	32	32	33	33	34	34	34	34	35	35
P1u6	0	14	30	32	34	36	38	39	39	39	39	39	40
Jumlah	5	66	111	130	150	177	200	213	213	218	218	219	221
Rata-rata	0,8	11,0	18,5	21,7	25,0	29,5	33,3	35,5	35,5	36,3	36,3	36,5	36,8
P2u1	0	12	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	26
P2u2	0	9	21	28	28	29	29	30	30	30	30	30	31
P2u3	0	0	0	14	25	25	26	26	27	28	28	28	28
P2u4	0	0	0	18	30	31	31	31	32	32	33	34	35
P2u5	0	0	6	17	18	19	19	20	21	22	24	25	26
P2u6	0	0	15	27	27	28	28	29	31	31	33	33	33
Jumlah	0	21	57	119	144	149	151	155	161	164	170	173	179
Rat-rata	0,0	3,5	9,5	19,8	24,0	24,8	25,2	25,8	26,8	27,3	28,3	28,8	29,3



Gambar 4. Grafik Tinggi Tanaman Bawang Merah

Intensitas cahaya yang cukup akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. sistem vertikultur juga memungkinkan sirkulasi udara yang lebih baik di sekitar tanaman sehingga dapat meningkatkan penyerapan karbon dioksida dan mengurangi kelembapan berlebih yang berpotensi menghambat pertumbuhan. Lingkungan tumbuh yang lebih baik tersebut mendukung aktivitas fisiologis tanaman secara optimal sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih cepat dibandingkan sistem penanaman horizontal (Resh, 2013).

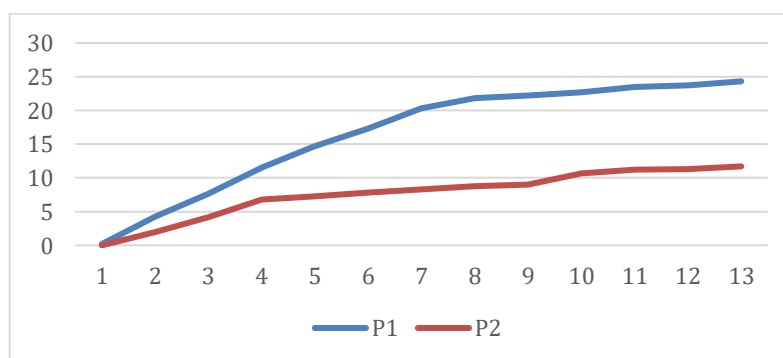
Pada perlakuan P2 (Horizontal), peningkatan tinggi tanaman tetap terjadi, namun laju pertumbuhannya lebih rendah dan cenderung melambat setelah pengamatan ke-6. Hal ini diduga karena adanya kompetisi yang lebih tinggi antartanaman dalam memperoleh cahaya, air, dan unsur hara. Menurut Gardner et al. (1991), pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan faktor lingkungan, terutama cahaya, air, dan unsur hara yang berperan dalam pembentukan jaringan tanaman baru.

Jumlah daun tanaman bawang merah menunjukkan perkembangan jumlah daun tanaman bawang merah pada dua perlakuan budidaya, yaitu P1 (Vertikultur) dan P2 (Horizontal) selama 13 kali pengamatan. Secara umum, kedua perlakuan mengalami peningkatan jumlah daun seiring bertambahnya umur tanaman. Namun, perlakuan P1 menunjukkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan P2 pada hampir seluruh periode pengamatan.

Perbedaan jumlah daun antara kedua perlakuan menunjukkan bahwa sistem vertikultur mampu menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang lebih mendukung pembentukan organ vegetatif tanaman. Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting pertumbuhan vegetatif karena daun berfungsi sebagai organ utama fotosintesis yang menghasilkan fotosintat untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin banyak jumlah daun yang terbentuk, maka semakin besar pula kapasitas tanaman dalam menangkap cahaya dan melakukan fotosintesis (Gardner et al., 1991).

Tabel 2. Jumlah Daun Bawang Merah

Perlakuan	MST												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P1U1	0	0	0	6	9	13	25	27	27	27	28	29	30
P1U2	0	0	0	0	2	7	7	7	8	8	9	9	9
P1U3	0	9	11	15	19	20	20	25	25	26	27	27	27
P1U4	0	1	12	16	21	23	25	26	26	26	27	28	28
P1U5	1	9	11	14	18	19	21	21	22	23	24	24	25
P1U6	0	7	12	18	19	22	24	25	25	26	26	26	27
Jumlah	1	26	46	69	88	104	122	131	133	136	141	143	146
Rata-rata	0,2	4,3	7,7	11,5	14,7	17,3	20,3	21,8	22,2	22,7	23,5	23,8	24,3
P2u1	0	6	6	6	6	7	7	9	9	9	9	9	9
P2u2	0	6	11	14	14	15	15	16	17	17	17	17	17
P2u3	0	0	0	4	7	7	7	7	7	7	8	8	8
P2u4	0	0	0	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8
P2u5	0	0	4	5	5	6	7	7	7	11	12	13	14
P2u6	0	0	4	6	6	6	7	7	7	12	13	13	14
Jumlah	0	12	25	41	44	47	50	53	54	64	67	68	70
Rat-rata	0,0	2,0	4,2	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,0	10,7	11,2	11,3	11,7



Gambar 5. Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah

Tingginya jumlah daun pada perlakuan vertikultur diduga berkaitan dengan ketersediaan cahaya yang lebih merata, sirkulasi udara yang lebih baik, serta pemanfaatan ruang tumbuh yang lebih efisien. Kondisi tersebut memungkinkan tanaman memperoleh faktor lingkungan yang lebih optimal untuk pembentukan jaringan baru dan perkembangan daun. Menurut Taiz et al. (2018), pembentukan daun dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, ketersediaan unsur hara, serta kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan meristem. Selain itu, sistem vertikultur dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan cahaya dan ruang tanam sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi lebih baik dibandingkan sistem budidaya konvensional (Resh, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Inovasi vertikultur berbasis limbah plastik dapat diterapkan sebagai alternatif budidaya bawang merah pada lahan perkotaan yang terbatas. Pemanfaatan botol plastik bekas sebagai wadah tanam mampu mengurangi limbah plastik sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman bawang merah melalui sistem budidaya yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan. Hasil kegiatan

menunjukkan bahwa sistem vertikultur dapat mengoptimalkan penggunaan ruang serta memudahkan proses perawatan tanaman.

Saran

Pengembangan budidaya bawang merah dengan sistem vertikultur berbasis limbah plastik perlu dilakukan pada skala yang lebih luas dengan jumlah tanaman yang lebih banyak serta variasi media tanam dan pemupukan untuk memperoleh hasil produksi yang lebih optimal. Selain itu, diperlukan edukasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan limbah plastik sebagai sarana budidaya tanaman di lingkungan perkotaan.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan dan penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Surya Ari Widya, S.Agr, M.P., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses perencanaan, pelaksanaan, hingga penyusunan artikel. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Wijaya Kusuma Surabaya atas dukungan yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2020). *Statistik hortikultura 2019*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1985). *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press, Ames.
- Hamdani, K. K., Susanto, H., Nurawan, A., & Rahayu, S. P. (2023). Aplikasi pupuk NPK pada tanaman bawang merah di Kabupaten Cirebon. *Vegetalika*, 12(2), 88–100.
- Hidayatulloh, M., Fauziyah, N., Fikriyah, W., Ummah, R., & Habibullah, A. (2022). Budidaya tanaman vertikultur sebagai upaya pengoptimalan ketahanan pangan rumah tangga. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia (JPKMI)*, 2(1), 29–37.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Sistem informasi pengelolaan sampah nasional*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Lay, B., Kartika, S., & Pradana, Y. (2023). Teknik Pemupukan dan Pengendalian Hama pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 12(1), 34-42.
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (7th ed.). CRC Press, Boca Raton.
- Siregar, A. (2019). Pengendalian Hama Siput pada Budidaya Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 8(1), 45-52.

- Suryani, N. (2019). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Wadah Tanam untuk Mengurangi Sampah Plastik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 145-152.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates, Sunderland.
- Wasonowati, C. (2021). Pengembangan sayuran lokal dengan vertikultur pada pekarangan keluarga (family farming). *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 7(1), 11–14.