

Budidaya Berlapis Sayuran-Ikan di Kawasan Urban pada Zona Iklim Tropis

Layered Cultivation of Vegetable-Fish in Urban Areas at the Tropical Climate Zone

Benyamin Lakitan^{1, 2*)}, Strayker A. Muda¹

¹Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662, Indonesia

²Pusat Unggulan Riset Lahan Suboptimal, Universitas Sriwijaya, Palembang 30139, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi: blakitan60@unsri.ac.id

Sitasi: Lakitan, B., & Muda, S. A. (2024). Layered cultivation of vegetable-fish in urban areas at the tropical climate zone. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-12 Tahun 2024*, Palembang 21 Oktober 2024. (pp. 1–10). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

The land area for agricultural cultivation is continuously declining due to conversion for various economic and social interests, so that limited spaces in urban areas also need to be managed for vegetable and fish cultivations. The purpose of this study was to increase the productivity of limited spaces in urban areas through layered cultivation of vegetables and fishes. Shallow concrete fish tanks (45 cm) are used for freshwater fish cultivation (catfish, tilapia, climbing perch) and on the water surface are placed rafts using recycled plastic bottles (1.5 liters) as a float for the cultivation of leafy vegetables with a short harvest cycle (< 3 months). The climbing frame is 2 meters high designed for the cultivation of climbing fruit vegetables (ridged gourd, bitter melon, cucumber). The results of this study show that the three types of fish used can grow and develop in shallow fish tank where the catfish develop faster, on the other hand, the climbing perch grow much slower. The plant medium in the floating vegetable cultivation system is always moist so it does not need to be watered during its growth cycle. Small-leaved liana plants (bitter melons) are better to use than broad-leaved ones (ridged gourd, cucumbers) because they reduce the intensity of sunlight that plants receive on the floating raft underneath. Based on results of the research that has been carried out, layered vegetable cultivation can be recommended to be applied by urban communities in utilizing the narrow space available.

Keywords: growing space, land conversion, pollution-free, protein source, urban agriculture

ABSTRAK

Luas lahan untuk budidaya pertanian semakin menyempit akibat dikonversi untuk berbagai kepentingan ekonomi dan sosial, sehingga ruang sempit di perkotaan juga perlu dikelola untuk budidaya sayuran dan ikan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas ruang sempit di perkotaan melalui budidaya sayuran-ikan secara berlapis. Bak beton dangkal (45 cm) digunakan untuk budidaya ikan air tawar (lele, nila, betok) dan di atas permukaan air diletakkan rakit dengan menggunakan botol plastik daur-ulang (1,5 liter) sebagai pengapung untuk budidaya sayuran daun dengan siklus panen singkat (< 3 bulan). Rangka panjat setinggi 2 meter dirancang untuk budidaya sayuran buah yang tumbuh memanjat (oyong, pare, mentimun). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga jenis ikan yang digunakan dapat tumbuh berkembang di dalam bak dangkal dimana lele berkembang lebih cepat, sebaliknya ikan betok paling lambat membesar.

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

Media tanaman pada sistem budidaya sayuran terapung selalu lembab sehingga tidak perlu disiram selama siklus pertumbuhannya. Kelompok tanaman liana yang berdaun kecil (paria) lebih baik untuk digunakan dibandingkan dengan yang berdaun lebar (oyong, mentimun) karena mengurangi intensitas cahaya yang diterima tanaman pada rakit terapung dibawahnya. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, budidaya sayuran-ikan secara berlapis dapat direkomendasikan untuk diaplikasikan oleh komunitas urban dalam memanfaatkan ruang sempit yang tersedia.

Kata kunci: bebas cemaran, konversi lahan, pertanian perkotaan, ruang tumbuh, sumber protein.

PENDAHULUAN

Lahan untuk kegiatan budidaya konvensional di wilayah perkotaan terus berkurang akibat konversi lahan menjadi lahan terbangun. Perluasan daerah perkotaan hampir selalu mengorbankan lahan pertanian. Sejalan dengan Guneralp *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa lebih dari 60% lahan perkotaan di China, Asia Tenggara, and Eropa merupakan hasil konversi dari lahan-lahan untuk kegiatan budidaya pertanian. Padahal, lahan budidaya tersebut berperan penting dalam menyediakan kebutuhan pangan masyarakat. Molotoks *et al.* (2021) menyatakan bahwa peningkatan populasi merupakan salah satu tantangan dalam ketahanan pangan global. Negara-negara padat penduduk telah menaruh perhatian lebih terhadap ketahanan pangan. Berdasarkan kecenderungan global terkait penelitian ketahanan pangan, Xie *et al.* (2021) melaporkan bahwa India, China, dan Afrika sub-Sahara wilayah yang telah menjadi perhatian utama dalam hal ketahanan pangan. Tantangan penyediaan pangan juga seharusnya menjadi fokus kajian utama di Indonesia mengingat Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah populasi tertinggi di dunia (Putra *et al.*, 2020). Pertumbuhan penduduk di Indonesia telah tercatat mencapai 1,13 % pada tahun 2023 (BPS, 2024).

Budidaya yang berorientasi pada pemanfaatan lahan sempit merupakan salah satu upaya dalam memenuhi kebutuhan pangan di daerah perkotaan. Secara umum, budidaya yang memanfaatkan lahan sempit di daerah perkotaan sering disebut dengan budidaya perkotaan (urban farming). Budidaya perkotaan telah banyak dilaporkan dapat meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga. Oh & Lu (2023) menyatakan bahwa peluang konsep urban farming sangat baik dalam memenuhi kebutuhan pangan secara berkelanjutan. Meskipun demikian, perlu dikaji secara spesifik terutama terkait dengan keragaman bahan pangan yang dihasilkan dan kemampuan masyarakat dalam menjangkau teknologi urban farming yang diperkenalkan. Kemampuan dalam menyelaraskan teknologi urban farming dengan ekosistem wilayah juga perlu diperhatikan. Hal ini sangat erat kaitannya dengan penerimaan teknologi yang akan diadopsi oleh masyarakat.

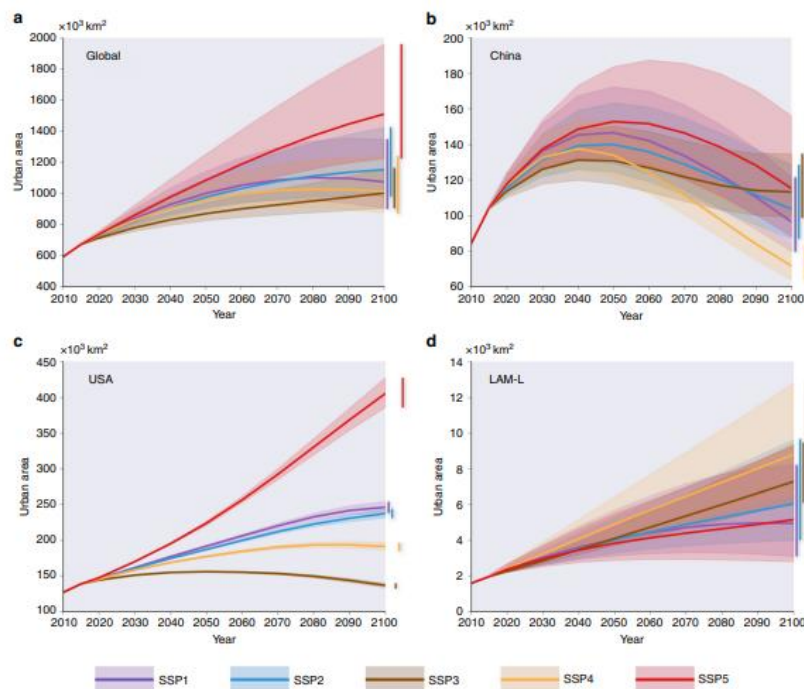
Ekosistem urban zona iklim tropis sangat dipengaruhi oleh curah hujan. Sehingga, upaya teknologi budidaya yang diaplikasikan perlu mempertimbangkan ketersediaan air yang memadai untuk tanaman tumbuh optimal. Cekaman ketersediaan air (kelebihan atau kekurangan) merupakan tantangan utama dalam melaksanakan budidaya di wilayah tropis. Tanaman akan mengalami perubahan metabolisme yang direpresentasikan melalui pertumbuhan yang terhambat akibat cekaman kelebihan atau kekurangan air (Loreti & Perata, 2020; Medyouni *et al.*, 2021). Kondisi ini apabila tidak diantisipasi dengan tepat akan merugikan dalam kegiatan budidaya.

Budidaya berlapis sayuran-ikan merupakan teknik budidaya untuk mengupayakan penyediaan bahan protein, vitamin, dan serat pada lahan yang sama. Melalui budidaya ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam optimalisasi lahan perkotaan yang sempit. Terkait

dengan cekaman air (kelebihan dan kekurangan) pada tanaman yang dibudidayakan, teknik budidaya ini dapat mengatur kondisi air dengan baik sehingga ketersediaan air dapat disesuaikan untuk tanaman tumbuh secara optimal. Sehingga, permasalahan ketersediaan air di daerah tropis dapat diantisipasi. Budidaya berlapis telah dilaporkan berpotensi memenuhi kebutuhan pangan dengan teknologi yang mudah diadopsi oleh masyarakat (Lakitan *et al.*, 2024). Meskipun demikian, perlu pembahasan lebih lanjut terutama terkait dengan gambaran umum dan komoditas yang sesuai untuk diterapkan di daerah perkotaan tropis.

MASALAH KETAHANAN PANGAN DAN POTENSI BUDIDAYA BERLAPIS SAYURAN-IKAN DI WILAYAH URBAN TROPIS

Ketahanan pangan di wilayah urban merupakan tantangan yang tidak dapat dilepaskan dari peningkatan populasi penduduk yang diiringi dengan lahan budidaya yang semakin terbatas. Kebutuhan lahan terbangun yang meningkat di wilayah urban menyebabkan lahan yang tersedia untuk kegiatan pertanian semakin menurun. Karakteristik wilayah urban adalah memiliki populasi penduduk yang padat dan daerah terbangun yang luas. Beberapa negara telah dikonfirmasi mengalami perluasan daerah urban. Hal ini sebagaimana yang proyeksikan melalui pertumbuhan wilayah urban secara global, China, USA (Gambar 1).

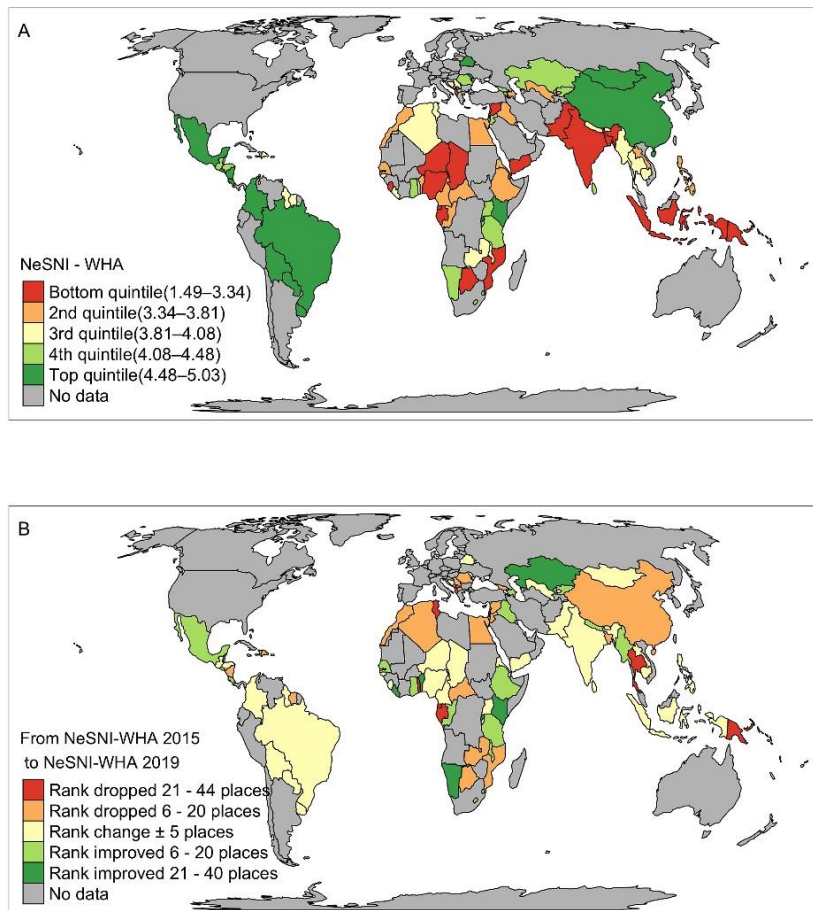


Gambar 1. Proyeksi pertumbuhan wilayah urban hingga tahun 2100 dalam lingkup global (a), China (b), USA (c), dan negara Amerika Latin ekonomi rendah (d) (Sumber: Chen *et al.*, 2020).

Keragaman bahan pangan protein dan serat di wilayah urban sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan dan menghindari kekurangan gizi (malnutrisi). Kasus kekurangan gizi merupakan tantangan krusial yang perlu dicari solusinya. Beberapa negara, termasuk Indonesia, telah termonitor sebagai negara dengan kategori rentan kekurangan gizi. Bahkan, index kecukupan nutrisi di Indonesia terdeteksi menurun dari 2015 ke 2019 (Gambar 2).

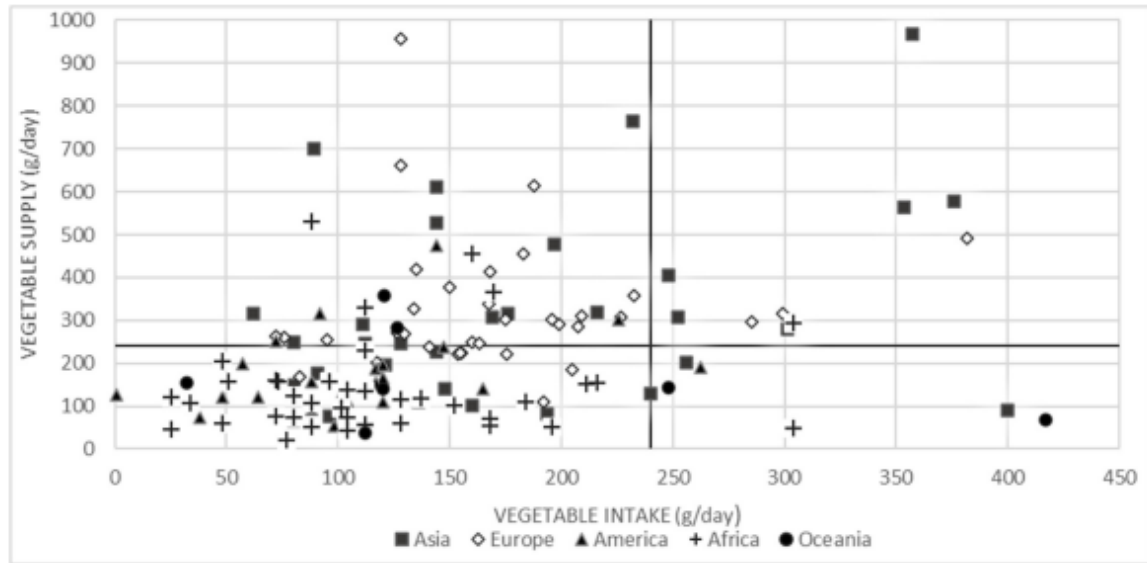
Kecukupan nutrisi menentukan kualitas sumberdaya manusia dalam suatu negara. Negara-negara maju di Eropa terus mengevaluasi dan menentukan strategi kebijakan

terkait dengan kecukupan nutrisi publik (Breda *et al.*, 2020). Namun, strategi pemenuhan nutrisi yang terbaik adalah dimulai dari kemandirian pangan rumah tangga. Kemandirian pangan rumah tangga akan menjamin ketahanan pangan pada kondisi sulit. Muhiyudin *et al.* (2021) melaporkan bahwa ketahanan pangan rumah tangga merupakan sektor yang paling terdampak ketika pada kondisi krisis. Pandemi Covid-19 telah menguji kemampuan ketahanan pangan rumah tangga di beberapa negara (Adams *et al.*, 2020; Ibukun & Adebayo, 2021). Berkaitan dengan hal tersebut, inisiatif untuk meningkatkan ketahanan pangan sebagai upaya resiliensi pada kondisi kritis dan/atau bencana perlu terus dikembangkan dan diadopsi oleh masyarakat termasuk masyarakat komunitas urban.



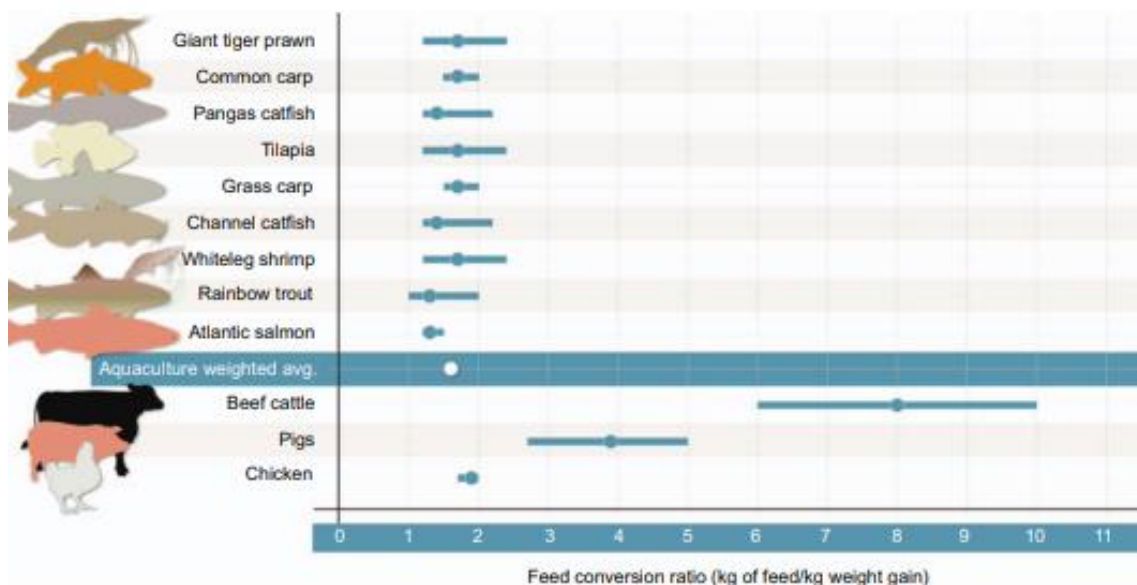
Gambar 2. Net State of Nutrition Index (NeSNI)-World Health Assembly (WHA) tahun 2019 (A) dan perubahan dari 2015 ke 2019 (B) (Sumber: Luo *et al.*, 2020).

Sayuran merupakan bahan pangan yang sangat dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan serat dan vitamin. Noopur *et al.* (2023) menegaskan bahwa sayuran berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi harian masyarakat. Selain serat, sayuran mengandung komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Secara spesifik, Sharma *et al.* (2021) telah melaporkan bahwa terdapat beberapa sayuran yang mengandung komponen bioaktif dan manfaatnya bagi kesehatan. Meskipun peran sayuran sangat penting bagi kesehatan, namun ketersediaan sayuran bagi masyarakat tergolong masih kurang. Asupan konsumsi sayuran yang direkomendasikan adalah >240 g/hari. Namun, beberapa negara telah dilaporkan memiliki kemampuan asupan dan/atau pasokan sayuran yang masih rendah. Kalmpourtzidou *et al.* (2020) melaporkan bahwa hanya 7% dari 136 negara tergolong memiliki asupan dan pasokan sayuran yang memadai, sedangkan 61% masih bermasalah dalam asupan dan pasokan sayuran yang memadai (Gambar 3).



Gambar 3. Asupan dan pasokan sayuran pada 136 negara yang diamati (Sumber: Kalmpourtzidou *et al.*, 2020).

Protein merupakan nutrisi pangan yang memainkan penting dalam metabolisme tubuh. Bahan pangan hewani masih dinilai lebih mampu menyediakan protein yang lebih tinggi dibandingkan nabati (dari tanaman). Tingkat efisiensi penyediaan sumber protein hewani dapat ditentukan melalui rasio konversi pakan (*feed conversion ratio* (FCR)). Semakin rendah nilai FCR menggambarkan input pakan yang dibutuhkan tergolong rendah untuk menghasilkan output (produk), sehingga perolehan sumber protein lebih efisien. Fry *et al.* (2018) telah mengakumulasi penelitian-penelitian terkait FCR pada beberapa sumber protein hewani untuk mengetahui tingkat efisiensi dari beberapa sumber protein terpilih. Hasil penelitian mengkonfirmasi bahwa ikan merupakan komoditas yang mampu menyediakan protein dengan nilai FCR yang lebih rendah dibandingkan daging. Hal ini menggambarkan bahwa untuk mendapatkan output sumber protein yang memadai, budidaya ikan tidak membutuhkan input pakan yang tinggi sehingga dinilai paling efisien (Gambar 4).



Gambar 4. Rasio konversi pakan (FCR) pada beberapa sumber protein terpilih (Sumber: Fry *et al.*, 2018).

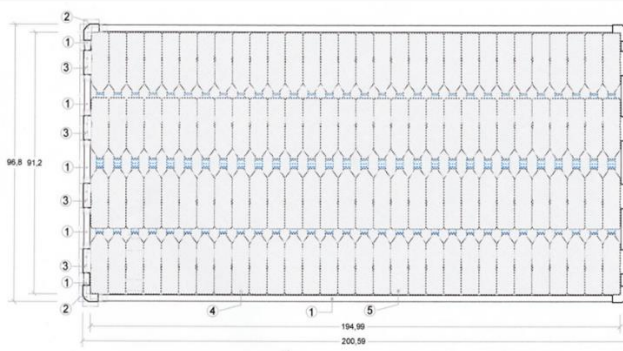
Budidaya berlapis sayuran-ikan akan menjamin asupan dan pasokan sayuran dan ikan di wilayah urban. Teknik budidaya ini juga dapat meningkatkan preferensi masyarakat terhadap sayuran dan ikan yang akan dikonsumsi secara mandiri. Dalam perspektif lebih lanjut, budidaya berlapis sayuran-ikan akan meningkatkan efektivitas penggunaan lahan dan keindahan lingkungan wilayah perkotaan. Dorr *et al.* (2021) menyatakan bahwa pertanian di wilayah perkotaan lebih dari produksi bahan pangan, namun juga sangat erat dengan keindahan dan kesehatan lingkungan.

FORMASI DAN PILIHAN KOMODITAS BUDIDAYA BERLAPIS SAYURAN-IKAN

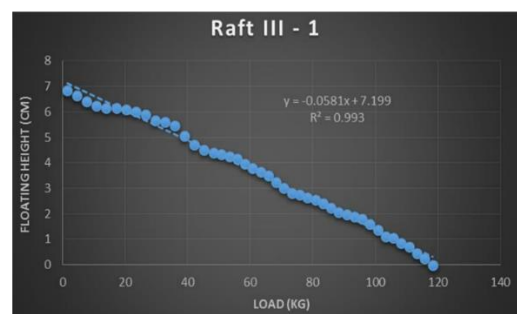
Budidaya berlapis sayuran-ikan merupakan teknik budidaya dari kombinasi budidaya sayuran secara terapung-merambat dan budidaya ikan air tawar. Budidaya ini dapat dilakukan di kolam dangkal (Gambar 5a). Budidaya terapung yang telah kami uji menggunakan rakit berukuran 2 x 1 meter dengan rangka pipa PVC (1 inchi) yang dilengkapi botol air mineral 1500 mL. Komponen rakit tidak direkatkan secara permanen sehingga dapat disesuaikan dengan keadaan tempat budidaya (Gambar 5b). Daya apung rakit telah diuji mencapai 60 kg/m², sehingga dapat mengakomodir 18 pot sayuran secara terapung (Gambar 5c).



(a)



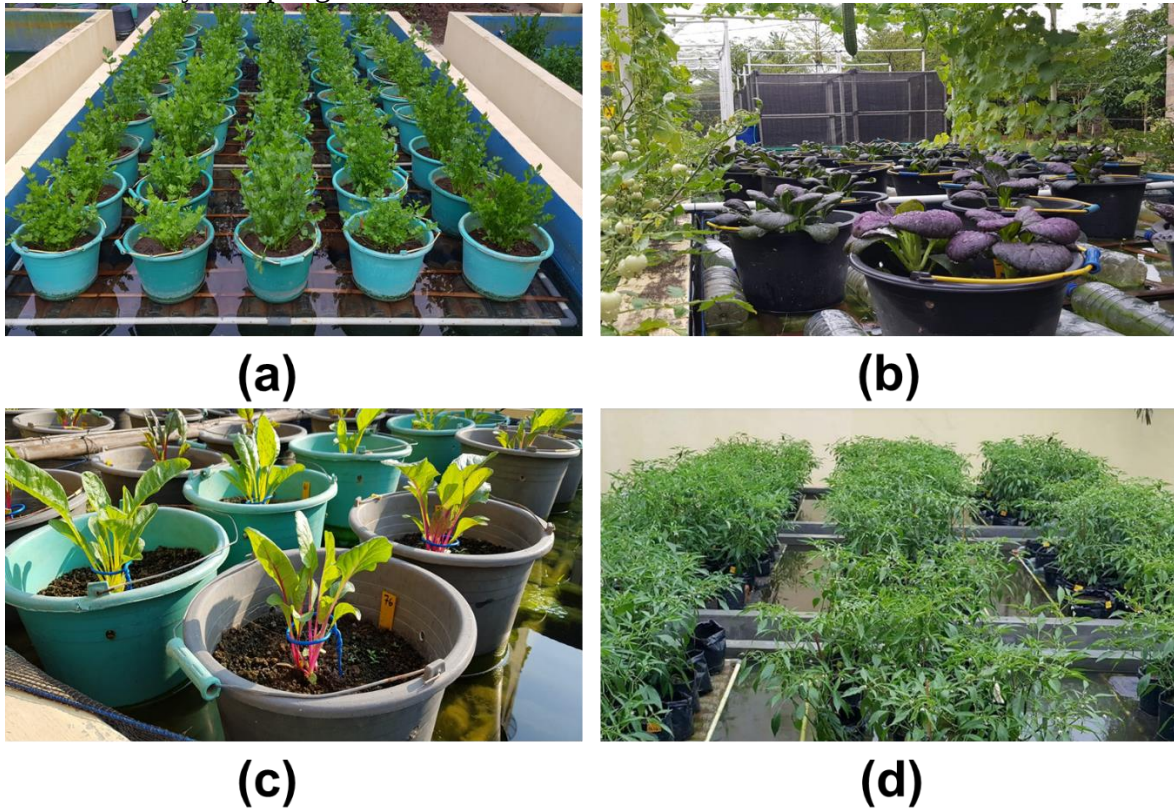
(b)



(c)

Gambar 5. Komponen budidaya berlapis sayuran-ikan (a), rakit (b), dan uji daya apung rakit (c).

Pada teknik budidaya terapung substrate mampu memperoleh air karena terjadi pergerakan air secara kapiler dari posisi bawah pot ke zona perakaran. Kelembapan substrate pada teknik budidaya terapung telah teridentifikasi memadai untuk tanaman tumbuh optimal meskipun budidaya dilaksanakan pada musim kemarau (Muda *et al.*, 2023). Beberapa pilihan sayuran telah dilaporkan dapat tumbuh dengan teknik budidaya terapung seperti seledri, pak choy ungu, Swiss chard, dan cabai (Gambar 6). Sehingga, beberapa sayuran dengan kemampuan adaptasi yang mirip dapat pula tumbuh optimal pada teknik budidaya terapung.



Gambar 6. Teknik budidaya terapung pada tanaman seledri (a), pak choy ungu (b), Swiss chard (c), dan cabai (d).

Budidaya tanaman lainnya yang dapat diakomodasi pada teknik budidaya berlapis adalah sayuran dengan morfologi merambat (kelompok liana). Sayuran liana biasanya menghasilkan buah sebagai organ produksi. Beberapa sayuran buah yang dapat dibudidaya secara merambat seperti paria, mentimun, dan oyong (Gambar 7). Meskipun demikian, pada teknik budidaya berlapis ini sangat penting untuk mempertimbangkan kerapatan dan luas daun dari tanaman liana. Tanaman liana yang direkomendasikan untuk dibudidaya adalah yang memiliki ukuran daun kecil dengan kerapatan daun tergolong tidak terlalu rapat. Hal ini menentukan ketersediaan cahaya untuk tanaman yang dibudidaya dibawahnya (tanaman yang dibudidaya secara terapung). Tanaman liana dengan morfologi daun yang lebar dan/atau sangat rapat akan menghalangi cahaya sampai ke tanaman terapung. Ketersediaan cahaya sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Thoma *et al.* (2020) melaporkan bahwa cahaya merupakan faktor yang sangat krusial terhadap metabolisme sayuran. Beberapa sayuran telah dilaporkan mengalami pertumbuhan yang terhambat akibat ketersediaan cahaya yang tidak memadai (Formisano *et al.*, 2022; Muda *et al.*, 2024).



Gambar 7. Tanaman kelompok liana yang dibudidaya pada budidaya berlapis sayuran-ikan.

Sebagai sumber protein, ikan air tawar dibudidaya pada lapis terbawah dalam budidaya berlapis sayuran-ikan. Beberapa ikan air tawar yang berpotensi mampu tumbuh dan berkembang adalah lele, nila, dan betok (Gambar 8). Berdasarkan hasil yang telah kami amati, ikan lele merupakan jenis ikan yang mampu tumbuh dan berkembang lebih cepat dibandingkan dengan ikan nila dan betok. Sebaliknya, ikan betok merupakan ikan yang mengalami pertumbuhan paling lambat. Ikan lele merupakan ikan yang mudah beradaptasi pada lingkungan buatan. Ardianor *et al.* (2023) melaporkan bahwa ikan lele dapat beradaptasi pada lingkungan yang kurang menguntungkan termasuk pada air dengan pH rendah. Budidaya ikan lele sangat direkomendasikan untuk memperoleh protein dan nutrisi lainnya. Abdel- Mobdy *et al.* (2021) melaporkan bahwa ikan lele mengandung protein, Fe, dan Zn yang baik bagi tubuh. Meskipun demikian, kandungan nutrisi ini juga dipengaruhi oleh ekosistem ikan dibudidaya.



Gambar 8. Jenis ikan sumber protein yang dapat dibudidaya pada budidaya berlapis sayuran-ikan.

KESIMPULAN

Ketahanan pangan dapat dicapai melalui kemandirian pangan rumah tangga. Budidaya berlapis sayuran-ikan berpotensi diadopsi oleh masyarakat kawasan urban. Selain menyediakan bahan pangan, budidaya berlapis sayuran-ikan dapat memperbaiki kualitas dan kesehatan lingkungan urban.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Mobdy, H. E., Abdel-Aal, H. A., Souzan, S. L., & Nassar, A. G. (2021). Nutritional value of african catfish (*Clarias gariepinus*) meat. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, 8(2), 31-39.
- Adams, E. L., Caccavale, L. J., Smith, D., & Bean, M. K. (2020). Food insecurity, the home food environment, and parent feeding practices in the era of COVID-19. *Obesity*, 28(11), 2056-2063.
- Ardianor, A., Yusuf, N. S., Handayani, T., & Hamdhani, H. Adaptation of African and Striped Catfish in Peat Water of Low pH. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 25(2), 215-227.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Diakses pada 26 september 2024 dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NiMy/laju-pertumbuhan-penduduk.html>
- Breda, J., Castro, L. S. N., Whiting, S., Williams, J., Jewell, J., Engesveen, K., & Wickramasinghe, K. (2020). Towards better nutrition in Europe: Evaluating progress and defining future directions. *Food Policy*, 96, 101887.
- Chen, G., Li, X., Liu, X., Chen, Y., Liang, X., Leng, J., ... & Huang, K. (2020). Global projections of future urban land expansion under shared socioeconomic pathways. *Nature communications*, 11(1), 537.
- Dorr, E., Goldstein, B., Horvath, A., Aubry, C., & Gabrielle, B. (2021). Environmental impacts and resource use of urban agriculture: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Research Letters*, 16(9), 093002.
- Formisano, L., Miras-Moreno, B., Ciriello, M., Zhang, L., De Pascale, S., Lucini, L., & Rouphael, Y. (2022). Between light and shading: morphological, biochemical, and metabolomics insights into the influence of blue photoselective shading on vegetable seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 13, 890830.
- Fry, J. P., Mailloux, N. A., Love, D. C., Milli, M. C., & Cao, L. (2018). Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly?. *Environmental Research Letters*, 13(2), 024017.
- Guneralp, B., Reba, M., Hales, B. U., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2020). Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: A global synthesis. *Environmental Research Letters*, 15(4), 044015.
- Ibukun, C. O., & Adebayo, A. A. (2021). Household food security and the COVID-19 pandemic in Nigeria. *African Development Review*, 33, S75-S87.
- Kalmpourtzidou, A., Eilander, A., & Talsma, E. F. (2020). Global vegetable intake and supply compared to recommendations: a systematic review. *Nutrients*, 12(6), 1558.
- Lakitan, B., Rizar, F. F., Muda, S. A., Nurshanti, D. F., Ria, R. P., Gustiar, F., ... & Aidilfitri, S. N. (2024). Diseminasi Optimalisasi Lahan melalui Budidaya Sayuran-Ikan Secara 3-in-1 di Lahan Perkotaan. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(2).
- Loreti, E., & Perata, P. (2020). The many facets of hypoxia in plants. *Plants*, 9(6), 745.
- Luo, H., Zyba, S. J., & Webb, P. (2020). Measuring malnutrition in all its forms: An update of the net state of nutrition index to track the global burden of malnutrition at country level. *Global Food Security*, 26, 100453.
- Medyouni, I., Zouaoui, R., Rubio, E., Serino, S., Ahmed, H. B., & Bertin, N. (2021). Effects of water deficit on leaves and fruit quality during the development period in tomato plant. *Food Science & Nutrition*, 9(4), 1949-1960.

- Molotoks, A., Smith, P., & Dawson, T. P. (2021). Impacts of land use, population, and climate change on global food security. *Food and Energy Security*, 10(1), e261.
- Muda, S. A., Lakitan, B., Wijaya, A., & Susilawati. (2023). Influence of growing systems and non-fertilizer ameliorants on microclimate and growth of Brazilian spinach. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 53, e75742.
- Muda, S., Lakitan, B., Wijaya, A., Susilawati, S., Zaidan, Z., & Yakup, Y. (2024). Growth and yield of brazilian spinach under different shading intensities and harvesting periods in a tropical lowland urban ecosystem. *REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL*, 11(2), e8464-e8464.
- Muhialdin, B. J., Filimonau, V., Qasem, J. M., & Algboory, H. (2021). Traditional foodstuffs and household food security in a time of crisis. *Appetite*, 165, 105298.
- Noopur, K., Chauhan, J. K., Kumar, L., Chandegara, A. K., & Panwar, S. S. (2023). Vegetables for food and nutritional security: A review. *Indian Res. J. Ext. Edu*, 23(4), 21-27.
- Oh, S., & Lu, C. (2023). Vertical farming-smart urban agriculture for enhancing resilience and sustainability in food security. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 133-140.
- Putra, A. S., Tong, G., & Pribadi, D. O. (2020). Food security challenges in rapidly urbanizing developing countries: Insight from Indonesia. *Sustainability*, 12(22), 9550.
- Sharma, S., Katoch, V., Kumar, S., & Chatterjee, S. (2021). Functional relationship of vegetable colors and bioactive compounds: Implications in human health. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 92, 108615.
- Thoma, F., Somborn-Schulz, A., Schlehuber, D., Keuter, V., & Deerberg, G. (2020). Effects of light on secondary metabolites in selected leafy greens: A review. *Frontiers in plant science*, 11, 497.
- Xie, H., Wen, Y., Choi, Y., & Zhang, X. (2021). Global trends on food security research: A bibliometric analysis. *Land*, 10(2), 119.