Budi Daya dan
RAMUAN TOGA
untuk
Kesehatan Keluarga

Dari Greenhouse, Hidroponik, hingga Racikan Herbal

Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs.
Agnes Yuliana, M.Si.
Syafrima Wahyu, M.Si.
Dr. Ratnayani, S.P., M.Biomed.

ZAHIR publishing

Budi Daya dan Ramuan TOGA untuk Kesehatan Keluarga: Dari *Greenhouse*, Hidroponik, hingga Racikan Herbal

Penulis
Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs.
Agnes Yuliana, M.Si.
Syafrima Wahyu, M.Si.
Dr. Ratnayani, S.P., M.Biomed.

Tata Letak
Hanifah

Desain Sampul
Ashab

15.5 x 23 cm, vi + 67 hlm.
Cetakan pertama, November 2025

ISBN: 978-623-466-774-5

Diterbitkan oleh:
ZAHIR PUBLISHING
Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,
Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571
e-mail: zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta
No. 132/DIY/2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul "*Budi daya dan Ramuan TOGA untuk Kesehatan Keluarga: Dari Greenhouse, Hidroponik, hingga Racikan Herbal*" ini dapat tersusun dengan baik. Buku ini merupakan hasil kolaborasi akademik yang disusun untuk memperkaya wawasan mengenai pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) sebagai bagian dari upaya meningkatkan kesehatan masyarakat melalui pendekatan ilmiah, teknologi tepat guna, dan kearifan lokal.

Buku ini hadir sebagai wujud kontribusi dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang didanai melalui hibah Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Tahun 2025, yang bertujuan untuk mendorong kemandirian kesehatan dan ekonomi keluarga melalui pemanfaatan lahan pekarangan serta inovasi budi daya herbal.

Buku ini menyajikan pembahasan komprehensif mengenai konsep dan manfaat TOGA, metode budi daya modern berbasis *greenhouse* dan sistem hidroponik, hingga formulasi ramuan herbal tradisional yang dapat diaplikasikan secara mandiri di lingkungan rumah tangga maupun komunitas. Dengan pendekatan yang ilmiah namun mudah dipahami, buku ini diharapkan dapat menjadi panduan praktis bagi masyarakat, mahasiswa, akademisi, serta pemerhati kesehatan alami.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan dan penerbitan buku ini, khususnya kepada Universitas Binawan yang telah memberikan dukungan dan fasilitas sehingga karya ini dapat terselesaikan.

Semoga buku ini bermanfaat dalam memperluas pengetahuan dan menginspirasi gerakan pemanfaatan tanaman obat keluarga secara berkelanjutan sebagai bagian dari gaya hidup sehat, mandiri, dan produktif.

Jakarta, Oktober 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar ..... **iii**
Daftar Isi ..... **v**

Bab 1. Tanaman Obat Keluarga (TOGA): Potensi Lokal untuk Kesehatan Mandiri
A. Definisi TOGA dan Sejarah Penggunaannya 1
B. Manfaat TOGA dalam Pengobatan Tradisional dan Kesehatan Preventif 2
C. Daftar Tanaman Obat Populer dan Khasiatnya 3
D. Peran TOGA dalam Kesehatan Mandiri Keluarga dan Masyarakat 9

Bab 2. Budi Daya TOGA dengan Sistem Hidroponik di Pekarangan Terbatas
A. Konsep Dasar Hidroponik: Wick, NFT, dan DFT 15
B. Adaptasi Fisiologi Tanaman Herbal dalam Media Air . 18
C. Nutrisi dan Metabolisme Sekunder dalam Sistem Hidroponik 19
D. Pengaruh Cahaya, Suhu, dan pH Terhadap Hasil Tanam 20
E. Tanaman TOGA yang Cocok untuk Hidroponik 20

Bab 3. *Greenhouse* TOGA: Teknologi Terapan untuk Efisiensi dan Ketahanan
A. Prinsip Desain *Greenhouse* Komunitas dan Rumah Tangga 25
B. Bahan Bangunan Murah, Ventilasi, dan Atap UV 29
C. Sensor Suhu & Kelembapan, Sistem Irigasi Tetes Otomatis 33
D. Efisiensi Penggunaan Air dan Energi 36
E. Pengukuran dan Pemantauan Iklim Mikro *Greenhouse* 38

BAB 4. Nilai Gizi dan Peran TOGA dalam Keluarga

A. Kandungan Gizi dalam TOGA 45
B. Edukasi Gizi dan Pangan Lokal Berbasis Herbal 48
C. Kreasi Pangan Lokal 50

BAB 5. Ramuan Herbal dan Formulasi Tanaman Obat Keluarga (TOGA)

A. Pendahuluan 57
B. Klasifikasi Bentuk Ramuan Herbal Tanaman Obat Keluarga (TOGA) 58
C. Contoh Ramuan TOGA Populer 59

Biodata Penulis 65

BAB 1 Tanaman Obat Keluarga (TOGA): Potensi Lokal untuk Kesehatan Mandiri

Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs.

A. Definisi TOGA dan Sejarah Penggunaannya

Tanaman obat keluarga (TOGA) adalah pemanfaatan lahan pekarangan untuk menanam berbagai tanaman berkhasiat obat yang dapat digunakan secara mandiri sebagai upaya pengobatan, memanfaatkan kekayaan alam yang telah disediakan oleh Allah Swt. Secara umum, tanaman obat adalah tumbuhan dengan khasiat tertentu yang dapat diolah dalam berbagai bentuk untuk dijadikan obat atau ramuan tradisional roscorro (Pernantah *et al*., 2022).

Penanaman TOGA dapat di pot atau di lahan sekitar rumah, dan jika lahan yang ditanami cukup luas maka sebagian hasil panen dapat dijual dan menambah pendapatan keluarga. Adapun pemanfaatan TOGA selain sebagai obat, juga dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Penambah gizi keluarga, seperti pepaya, timun, bayam
2. Bumbu atau rempah-rempah masakan, seperti kunyit, kencur, jahe, serai, daun sereh.
3. Penambah keindahan, seperti mawar, melati, bunga matahari, kembang sepatu, tapak dara, dan kumis kucing (Nurdiwaty *et al*., 2020).

Sejak zaman dahulu, masyarakat Indonesia telah mengenal dan memanfaatkan tanaman obat untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan. Pengetahuan ini menjadi bagian dari tradisi yang diwariskan secara turun-temurun, sehingga lahir berbagai ramuan herbal khas pengobatan tradisional Indonesia. Dengan

bantuan obat-obatan asal bahan alam tersebut, masyarakat mampu mengatasi masalah-masalah kesehatan yang dihadapinya.

Sejarah awal ditemukan dan mulainya dimanfaatkan obat tradisional ini masih menjadi sebuah misteri yang belum terpecahkan. Namun, terdapat pendapat bahwa pemanfaatan tumbuhan sebagai obat didasarkan pada ciri-ciri fisik tanaman, seperti bentuk, warna, atau rasa, yang diyakini memiliki keterkaitan dengan penyakit atau penyebab penyakit yang diobati (Emilda *et al*., 2017).

Seiring dengan kesadaran masyarakat terhadap bahayanya bahan kimia terutama dalam obat-obatan, mendorong masyarakat Indonesia untuk tetap memegang teguh budaya leluhur berupa dominannya unsur tradisional dalam menjalankan hidup. Kekayaan alam yang melimpah di negeri ini turut memperkuat budaya pengobatan tradisional. Hal ini terbukti dari keberadaan obat tradisional yang tetap digunakan meskipun pengobatan modern semakin berkembang.

B. Manfaat TOGA dalam Pengobatan Tradisional dan Kesehatan Preventif

Tanaman Obat Keluarga (TOGA) memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan masyarakat Indonesia dan telah menjadi bagian dari tradisi turun-temurun yang diwariskan dari generasi ke generasi. Pemanfaatan tanaman obat dalam kehidupan sehari-hari tidak hanya berfungsi sebagai upaya penyembuhan ketika sakit, tetapi juga sebagai strategi pencegahan penyakit atau kesehatan preventif. Di tengah meningkatnya biaya pengobatan dan terbatasnya akses terhadap fasilitas kesehatan formal, TOGA menjadi solusi sederhana, murah, dan efektif untuk mendukung kesehatan keluarga.

Pemanfaatan bahan alam untuk pengobatan atau yang dikenal dengan pengobatan herbal saat ini sedang berkembang pesat. Obat yang berasal dari bahan alam umumnya:

1. Memiliki efek samping relatif kecil jika digunakan secara tepat,
2. Memiliki efek relatif lambat tetapi jelas manfaatnya.

3. Lebih sesuai untuk penyakit metabolik dan *degenerative*.
4. Banyak yang bersifat promotif dan preventif.
5. Bersifat holistik atau memiliki kombinasi efek dalam satu ramuan (Rahayu *et al*., n.d.).

Berbagai tanaman obat seperti jahe (*Zingiber officinale*), kunyit (*Curcuma longa*), temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), dan sereh (*Cymbopogon citratus*) diketahui memiliki kandungan senyawa aktif seperti kurkumin, gingerol, dan flavonoid yang telah dibuktikan memiliki aktivitas farmakologi, di antaranya antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator (Adiyasa & Meiyanti, 2021). Dengan demikian, TOGA dapat menjadi sumber pengobatan komplementer yang aman sekaligus mendukung gaya hidup sehat berbasis alam.

Selain manfaat pengobatan, TOGA memiliki peran strategis dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pencegahan penyakit. Pemanfaatan TOGA mengajarkan konsep **kesehatan preventif** yang berfokus pada upaya menjaga tubuh tetap sehat sebelum penyakit muncul. Ramuan tradisional seperti jamu kunyit asam, wedang jahe, atau rebusan daun herbal lainnya kaya akan antioksidan yang dapat mengurangi stres oksidatif, memperkuat daya tahan tubuh, dan membantu menjaga metabolisme tubuh (Muhammad Alfarizi, 2022).

C. Daftar Tanaman Obat Populer dan Khasiatnya

1. Jahe (*Zingiber officinale L.*)



Jahe adalah tanaman rimpang dari keluarga Zingiberaceae yang banyak dibudidayakan di daerah tropis, termasuk Indonesia. Jahe

merupakan tanaman rimpang yang memiliki aroma khas dan rasa pedas. Batangnya semu, tegak, dan dapat mencapai tinggi 40–100 cm. Daunnya panjang berbentuk lanset dengan ujung runcing, sedangkan rimpangnya berwarna kuning pucat hingga jingga. Tanaman ini tumbuh baik di tanah gembur dengan drainase baik dan memiliki perakaran rimpang yang menjalar (Ali *et al*., 2008).

Kandungan: Gingerol, shogaol, zingeron, minyak atsiri, flavonoid.

Manfaat: Jahe dikenal memiliki efek antiinflamasi, antioksidan, antiemetik, serta membantu mengatasi gangguan pencernaan, mual, dan meningkatkan daya tahan tubuh (Mashadi NS *et al*., 2017).

2. Kunyit (*Curcuma longa L.*)



Kunyit merupakan tanaman herba dari keluarga Zingiberaceae yang banyak dibudidayakan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Kunyit sering digunakan sebagai bumbu dapur dan bahan obat tradisional.

Tanaman ini memiliki rimpang berwarna kuning-oranye cerah dengan aroma khas, batang semu tegak setinggi 1 meter, serta daun berbentuk lanset lebar dengan panjang 30–45 cm. Bunga kunyit berwarna kuning pucat hingga putih dengan braktea hijau. Kunyit tumbuh optimal di daerah tropis dengan tanah gembur dan drainase baik.

Kandungan: Kurkumin, demetoksikurkumin, bisdemetoksikurkumin, minyak atsiri, dan polifenol.

Manfaat: Bersifat antiinflamasi, antimikroba, dan hepatoprotektif, serta berpotensi menurunkan risiko kanker dan mengatasi gangguan pencernaan (Hewlings & Kalman, 2017).

3. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*)



Curcuma xanthorrhiza Roxb. adalah tanaman asli Indonesia yang dikenal secara lokal sebagai "Temulawak" atau kunyit dengan ciri khasnya yang mempunyai rimpang besar berwarna kuning jingga. Tanaman ini terutama dibudidayakan di Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya seperti Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina.

Bagian dari tanaman ini yang paling sering dimanfaatkan adalah bagian rimpangnya. Temulawak merupakan tanaman rimpang lokal yang biasa dicampur dalam jamu tradisional (Magani *et al*., 2020).

Kandungan: Xanthorrhizol, kurkuminoid, minyak atsiri, dan flavonoid.

Manfaat: Bermanfaat untuk meningkatkan fungsi hati, meredakan peradangan, dan sebagai antioksidan alami.

4. Lengkuas (*Alpinia galanga L.*)



Lengkuas (*Alpinia galanga L.*) merupakan tanaman obat dari keluarga Zingiberaceae yang banyak dibudidayakan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia.

Tanaman ini tumbuh dari rimpang dengan batang tegak yang dapat mencapai tinggi dua meter, memiliki daun lanset panjang, dan bunga berwarna putih hingga merah muda pucat. Rimpangnya berwarna cokelat kemerahan dengan aroma tajam dan rasa pedas segar yang khas (Jirovetz *et al.*, 2003).

Kandungan: Galangin, minyak atsiri, flavonoid, dan fenol.
Manfaat: Memiliki aktivitas antibakteri, antifungi, dan antiinflamasi. Dapat membantu meredakan nyeri sendi dan gangguan pencernaan.

5. Sereh (*Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.*)



Sereh atau serai (*Cymbopogon citratus*) merupakan tanaman rumput-rumputan tropis dari keluarga Poaceae yang tumbuh berumpun dengan tinggi 1–2 meter.

Ciri khasnya adalah batang berbentuk pelepah berwarna hijau pucat dengan aroma segar khas jeruk yang berasal dari kandungan senyawa citral (neral dan geranial). Daunnya panjang, sempit, dan meruncing, sedangkan akarnya berserat dengan aroma yang kuat. Tanaman ini mudah tumbuh di tanah gembur dan berdrainase baik, serta umum digunakan sebagai bumbu dapur dan obat tradisional (Valková *et al*., 2022).

Kandungan: Citral, geraniol, limonene, dan flavonoid.

Manfaat: Memiliki efek antimikroba, antiinflamasi, penurun demam, serta dapat membantu menurunkan tekanan darah dan mengatasi kecemasan.

6. Daun Mint (*Mentha piperita L.*)



Daun mint adalah tanaman herba aromatik dari keluarga Lamiaceae yang tumbuh tegak dengan tinggi 30–90 cm, memiliki batang bersegi empat, daun hijau gelap berbentuk oval, tepi bergerigi, dan aroma khas mentol yang kuat. Tanaman ini banyak digunakan sebagai penyegar nafas, teh herbal, dan pengobatan tradisional (K L *et al*., 2020).

Kandungan: Mentol, menthone, flavonoid, dan minyak atsiri.

Manfaat: Efektif untuk meredakan sakit kepala, gangguan pencernaan, serta memberikan efek relaksasi dan antiseptik.

7. Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus (Blume) Miq.*)



Kumis kucing adalah tanaman obat dari keluarga Lamiaceae yang tumbuh tegak dengan tinggi 50–100 cm, bercabang banyak, dan memiliki bunga putih keunguan dengan benang sari panjang menyerupai kumis kucing yang menjadi ciri khas namanya.

Daunnya berbentuk lonjong dengan tepi bergerigi halus, berwarna hijau tua, dan mengandung aroma khas. Tanaman ini mudah dibudidayakan di daerah tropis dengan curah hujan tinggi. Tanaman ini juga sering dibudidayakan untuk pengobatan tradisional (Hsu *et al*., 2010).

Kandungan: Sinensetin, orthosiphol, flavonoid, dan minyak atsiri.

Manfaat: Dikenal sebagai diuretik alami, membantu mengatasi batu ginjal, infeksi saluran kemih, dan hipertensi ringan.

8. Lidah Buaya (*Aloe vera (L.) Burm.f.*)



Lidah buaya merupakan tanaman sukulen dari keluarga Asphodelaceae yang memiliki daun tebal berdaging berwarna

hijau, tepi bergerigi halus, dan ujung meruncing. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis, tahan terhadap kekeringan, dan sering dijadikan tanaman hias sekaligus tanaman obat.

Gel bening dalam daunnya kaya akan senyawa bioaktif, sementara lateksnya mengandung antrakuinon yang memiliki efek pencahar. Lidah buaya sering digunakan sebagai bahan kosmetik dan obat herbal (Surjushe *et al*., 2008).

Kandungan: Vitamin A, C, E, acemannan, aloin, saponin, glukomanan, mineral, saponin, serta senyawa fenolik

Manfaat: Bermanfaat untuk menyembuhkan luka, melembapkan kulit, meningkatkan imunitas, serta memperlancar pencernaan.

D. Peran TOGA dalam Kesehatan Mandiri Keluarga dan Masyarakat

Tanaman Obat Keluarga (TOGA) merupakan bagian dari upaya pemberdayaan masyarakat dalam bidang kesehatan yang memanfaatkan tanaman obat yang ditanam, dirawat, dan digunakan oleh keluarga atau masyarakat secara mandiri. Tanaman obat yang dipilih biasanya tanaman yang dapat dipergunakan untuk pertolongan pertama atau obat-obatan ringan seperti demam dan batuk (Swarjana *et al*., 2022).

Salah satu peran penting TOGA adalah sebagai media untuk mendekatkan masyarakat pada pemanfaatan tanaman obat dalam berbagai upaya kesehatan, baik yang bersifat pencegahan (preventif), peningkatan kualitas kesehatan (promotif), maupun pengobatan penyakit (kuratif). Oleh karena itu, penggunaan tanaman obat perlu terus didorong agar masyarakat semakin mandiri dalam menangani permasalahan kesehatannya sendiri (Sudiwati, 2019). Pemanfaatannya bukan hanya sebatas sebagai pengobatan tradisional, tetapi juga mencakup aspek preventif (pencegahan), promotif (peningkatan kesehatan) dan kuratif (pengobatan).

1. Preventif (Pencegahan)

   TOGA berfungsi sebagai upaya pencegahan terhadap berbagai penyakit ringan hingga kronis. Misalnya, jahe dan kunyit yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh, sereh yang membantu mengusir nyamuk, atau daun sirih yang bisa mencegah infeksi. Dengan mengonsumsi atau memanfaatkan tanaman obat secara rutin, keluarga dapat mengurangi risiko terkena penyakit, sekaligus membentuk gaya hidup sehat berbasis bahan alami. Selain itu peningkatan imunitas tubuh juga dapat dilakukan dengan mengonsumsi jamu yang diperoleh dari TOGA (Pertiwi *et al*., 2020).

2. Promotif (Peningkatan Kesehatan)

   Kegiatan menanam dan merawat TOGA juga bisa menjadi media edukasi kesehatan, meningkatkan kesadaran masyarakat untuk lebih dekat dengan alam, serta mengurangi ketergantungan terhadap obat-obatan kimia. Selain mencegah penyakit, TOGA juga berperan dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Beberapa tanaman, seperti temulawak dan jahe, memiliki khasiat menambah stamina dan sebagai antioksidan yang dapat melawan radikal bebas (Candra *et al*., 2023).

3. Kuratif (Pengobatan)

   Selain berfungsi untuk pencegahan dan peningkatan kesehatan, TOGA juga memiliki peran penting sebagai pengobatan (kuratif) terhadap berbagai keluhan kesehatan. Peran ini muncul karena banyak tanaman obat mengandung metabolit sekunder yang memiliki efek farmakologis, seperti antibakteri, antiinflamasi, analgetik, hingga mempercepat penyembuhan luka. Dalam konteks kesehatan mandiri, pemanfaatan TOGA secara kuratif biasanya digunakan sebagai upaya pengobatan pertama di rumah tangga sebelum beralih ke layanan kesehatan formal. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan yaitu kunyit. Kunyit mempunyai efek antioksidan yang kuat, penyembuhan luka, dan sebagai antiinflamasi yang mungkin dapat juga digunakan sebagai terapi pada jerawat (Dewi *et al*., 2019).

Daftar Pustaka

Adiyasa, M. R., & Meiyanti, M. (2021). Pemanfaatan Obat Tradisional di Indonesia: Distribusi dan Faktor Demografis yang Berpengaruh. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, *4*(3), 130–138. Https://Doi.Org/10.18051/Jbiomedkes.2021.V4.130-138

Ali, B. H., Blunden, G., Tanira, M. O., & Nemmar, A. (2008). Some Phytochemical, Pharmacological And Toxicological Properties of Ginger (Zingiber Officinale Roscoe): A Review of Recent Research. *Food and Chemical Toxicology*, *46*(2), 409–420. Https://Doi.Org/10.1016/J.Fct.2007.09.085

Candra, H., Oktaviani, F., Elfasyari, T. Y., & Muliana, H. (2023). Penyuluhan Kesehatan Pemanfaatan Tanaman Obat sebagai Peningkat Imunitas Masyarakat Kampung Karet, Nongsa Kota Batam. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, *1*(5), 225–229. Https://Doi.Org/10.59837/Jpmba.V1i5.96

Dewi, F. K., Rosyidi, N. W., & Cahyati, S. (2019). Manfaat Kunyit (Curcuma Longa) dalam Farmasi. *Jurnal Farmasi Komunitas*, *2*(4), 1–11. Https://Doi.Org/10.31227/Osf.Io/J9a34

Emilda, Hidayah Muslihatul, & Heriyati. (2017). Analisis Pengetahuan Masyarakat tentang Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (Studi Kasus Kelurahan Situgede, Kecamatan Bogor Barat). *Analisis Pengetahuan*, *14*(1), 11–21. Https://Jurnal.Univpgri-Palembang.Ac.Id/

Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A Review of Its Effects on Human Health. *Foods*, *6*(10), 1–11. Https://Doi.Org/10.3390/Foods6100092

Hsu, C. L., Hong, B. O. H., Shan, Y. U., & Yen, G. C. (2010). Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Orthosiphon Aristatus and Its Bioactive Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *58*(4), 2150–2156. Https://Doi.Org/10.1021/Jf903557c

Jirovetz, L., Buchbauer, G., Shafi, M. P., & Leela, N. K. (2003). 2003weick-Disiplinedimagination.Pdf. *Acta Pharm*, *53*, 73–81.

K L, N., Bhattacharjee, A., Hegde, K., & Shabaraya, A. R. (2020). A Detailed Review on Pharmacological Profile of Mentha Piperita. *Rajiv Gandhi University of Health Sciences Journal of Pharmaceutical Sciences*, *10*(1). Https://Doi.Org/10.26463/Rjps.10_1_7

Magani, A. K., Tallei, T. E., & Kolondam, B. J. (2020). Antibacterial Test of Chitosan Nanoparticles Against Staphylococcus Aureus and Escherichia Coli. *Jurnal Bios Logos*, *10*(1), 7–13.

Mashadi Ns, Ghiasvand R, G, A., M, H., L, D., & Mofid Mr. (2017). Anti-Oxidative and Anti-Inflammatory Effects of Ginger in Health and Physical Activity: Review of Current Evidence. *International Journal of Preventive Medicine*, 36–42.

Muhammad Alfarizi. (2022). Pengobatan_Komplementer_Alternatif_Lokal_Dan_Poten.Pdf. In *Salus Cultura Jurnal Pembangunan Manusia dan Kebudayaan* (Vol. 2, Issue 2, Pp. 138–150). Https://Www.Researchgate.Net/Publication/366834606_Pengobatan_Komplementer_Alternatif_Lokal_Dan_Potensinya_Di_Indonesia_Dalam_Perspektif_Kesehatan_Dan_Ekonomi_Kajian_Literatur_Sistematik

Nurdiwaty, D., Puspita, E., Kusumaningtyas, D., & Winarko, P. (2020). *Diah Nurdiwaty 1, Erna Puspita 2 Dkk Pemberdayaan Wanita Melalui Tanaman Toga untuk Membantu Meningkatkan Pendapatan Keluarga*. *1*(1), 20–27. Http://Ojs.Unpkediri.Ac.Id/Index.Php/Ppm

Pernantah, P. S., Pertiwi, A., Aminullah, A. F., S, E. J., Davista, H., Astuti, I., Silvia, L., Hamdani, M. L., Rahmadhani, R., Syafanah, S. A., & Prahasiwi, S. W. (2022). Toga: Tanaman Obat Keluarga sebagai Upaya Menjaga Kesehatan Masyarakat Desa Padang Lua di Masa Pandemi. *Journal of Community Engagement Research for Sustainability*, *2*(4), 162–169. Https://Doi.Org/10.31258/Cers.2.4.162-169

Rahayu, S. E., Lukiati, B., Tenzer, A., Handayani, N., Rohman, F., Kartikasari, N., & Turani, T. (2022). *Peningkatan Ketrampilan Mengolah Toga Menunjang Keluarga Sehat (Improving the Toga-Processing Skills of Pkk Mothers in the Ngijo Malang Village to Sustain a Healthy Family)*.

Sudiwati, N. L. P. E. (2019). Upaya Pemeliharaan Kesehatan Masyarakat Melalui Pelatihan Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga pada Ibu Rumah Tangga dan Kader. *Jurnal Idaman*, *3*(1), 45–50.

Surjushe, A., Vasani, R., & Saple, D. (2008). Aloe Vera: A Short Review. *Indian Journal of Dermatology*, *53*(4), 163–166. Https://Doi.Org/10.4103/0019-5154.44785

Swarjana, I. K. D., Gloria, W., Sari, S. N., Sriwahyuni, J., & Nurindasari. (2022). *Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (Toga) Sebagai*. *3*, 1–7.

Valková, V., Ďúranová, H., Galovičová, L., Borotová, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., & Kačániová, M. (2022). Y. Enterocolitica. *Agronomy*, *12*(1).

BAB 2 Budi Daya TOGA dengan Sistem Hidroponik di Pekarangan Terbatas

Agnes Yuliana, M.Si.

DI TENGAH keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) sebagai solusi kesehatan alami, sistem hidroponik muncul sebagai metode budi daya yang efisien dan adaptif. Hidroponik memungkinkan budi daya tanaman tanpa tanah, hanya dengan memanfaatkan larutan nutrisi, sehingga sangat sesuai diterapkan di pekarangan sempit rumah perkotaan. Selain lebih bersih dan hemat air, hidroponik juga mampu menghasilkan tanaman dengan kandungan metabolit sekunder yang tinggi apabila dikendalikan secara optimal. Melalui pendekatan ilmiah dan teknologi sederhana, masyarakat kini dapat menanam berbagai jenis TOGA—seperti jahe, kunyit, basil, atau mint—secara mandiri di rumah, sekaligus mendukung ketahanan keluarga dan gaya hidup sehat berbasis alam.

A. Konsep Dasar Hidroponik: Wick, NFT, dan DFT

Sistem hidroponik merupakan teknik budi daya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam, melainkan dengan larutan nutrisi yang terlarut dalam air sebagai penopang kebutuhan mineral dan unsur hara (Rajaseger *et al*., 2023). Teknik ini telah menjadi pilihan populer dalam pertanian modern, terutama di wilayah urban dengan keterbatasan lahan. Tiga sistem dasar hidroponik yang banyak diaplikasikan karena efisien dan relatif mudah dalam implementasi adalah *Wick System*, *Nutrient Film Technique* (NFT), dan *Deep Flow Technique* (DFT).

1. Sistem Wick

Sistem wick adalah salah satu metode hidroponik paling sederhana, cocok untuk pemula dan area dengan keterbatasan sumber daya. Sistem ini menggunakan prinsip kapilaritas, yaitu kemampuan sumbu (*wick*) untuk menarik larutan nutrisi dari reservoir ke akar tanaman (Fajari *et al*., 2023). Biasanya, sumbu dibuat dari bahan menyerap air seperti kain flanel, sabut kelapa, atau kapas.

Sistem hidroponik wick adalah metode hidroponik pasif yang menawarkan efisiensi tinggi dalam pemakaian air dan nutrisi, biaya operasional rendah, dan kemudahan instalasi karena tidak memerlukan komponen mekanis yang kompleks seperti pompa atau sistem aliran nutrisi aktif (Bunyuth & Serey, 2024; Rajendran *et al*., 2024). Dalam tinjauan terkini mengenai sistem hidroponik, *wick system* termasuk sebagai salah satu sistem yang diidentifikasi sebagai cocok untuk area terbatas dan penggunaan rumah tangga karena sifat pasif dan rendahnya kebutuhan energi serta operasionalnya (Thapa *et al*., 2024). Meski demikian, beberapa literatur menekankan bahwa wick lebih sesuai untuk tanaman dengan kebutuhan air dan nutrisi sedang hingga rendah seperti tanaman sayuran daun atau herbal kecil, karena laju penyerapan melalui wick terbatas dan suplai nutrisi tidak secepat sistem aktif (Rajendran *et al*., 2024).

2. Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah metode hidroponik aktif di mana larutan nutrisi dialirkan sebagai lapisan tipis (film) yang mengalir terus-menerus tepat di atas zona akar tanaman, sehingga akar mendapat suplai nutrien dan oksigen secara optimal (Palmitessa *et al*., 2024; Rajendran *et al*., 2024). Karena larutan nutrisi terus bersirkulasi, sistem ini memungkinkan penggunaan air dan nutrien yang lebih efisien dibandingkan metode hidroponik tradisional, dengan limbah larutan yang dapat didaur ulang dan pengurangan pemborosan melalui limpasan atau evaporasi (Palmitessa *et al*., 2024; Rautela *et al*., 2025).

Selain efisiensi sumber daya, NFT juga cenderung menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan hasil yang lebih tinggi—terutama untuk tanaman daun dan sayuran cepat panen—karena akar tanaman selalu berada dalam kontak dengan nutrien yang terlarut dan oksigen di film tersebut (Nitu *et al*., 2024; Rajendran *et al*., 2024). Namun, sistem ini memerlukan kontrol lingkungan dan nutrien yang cermat, seperti pengaturan kecepatan aliran larutan, pH, dan oksigen terlarut, karena kondisi akar yang buruk (misalnya rendahnya oksigen terlarut atau aliran yang tidak merata) dapat dengan cepat menyebabkan stres pada tanaman (Nitu *et al*., 2024).

3. Sistem *Deep Flow Technique* (DFT)

Sistem *Deep Flow Technique* (DFT) adalah metode hidroponik di mana larutan nutrisi ditampung dalam kolam yang relatif dalam dan akar tanaman mengambang atau terendam dalam larutan tersebut, sering pada sistem rakit. Satu studi oleh Vega *et al*. (2023) menunjukkan bahwa sistem DFT dengan sirkulasi intermiten dapat meningkatkan efisiensi hasil panen sayuran seperti selada di Haiti, dengan penggunaan energi yang jauh lebih rendah dibandingkan sirkulasi konstan, meskipun penggunaan air hampir sama. Kondisi pH dan konduktivitas listrik (EC) relatif stabil dalam pengujian tersebut, menunjukkan bahwa sistem ini cukup toleran terhadap fluktuasi lingkungan meskipun tanpa peralatan yang sangat kompleks (Vega *et al*., 2023).

DFT cocok untuk tanaman daun dan herbal karena operasionalnya yang relatif sederhana dan toleran terhadap gangguan teknis. Kedalaman larutan yang lebih besar memberikan buffer kelembapan dan suplai nutrisi yang cukup, asalkan aerasi atau agitasi digunakan untuk menjaga oksigen terlarut di zona akar tetap optimal. Studi juga menunjukkan bahwa manajemen sirkulasi nutrien (konstan vs intermiten) dalam DFT memengaruhi efisiensi penggunaan energi dan hasil panen, terutama untuk tanaman yang tidak memerlukan suplai nutrien atau air dalam jumlah sangat besar (Vega *et al*., 2023).

B. Adaptasi Fisiologi Tanaman Herbal dalam Media Air

Tanaman herbal yang dibudidayakan dalam media air (hidroponik) menunjukkan adaptasi fisiologi yang signifikan terutama dalam pengaturan pertukaran gas, sistem akar, dan produksi metabolit sekunder. Sebagai contoh, Atherton *et al*. (2023) melaporkan bahwa beberapa spesies tanaman obat yang dibudidayakan secara hidroponik menghasilkan kandungan metabolit sekunder (seperti flavonoid dan fenolik) yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tumbuh di tanah, kemungkinan karena kondisi stres ringan dari lingkungan air dan kontrol nutrisi yang lebih tepat (Atherton & Li, 2023). Adaptasi ini juga termasuk perubahan anatomi akar untuk meningkatkan luas permukaan serapan dan efisiensi penyerapan nutrisi ketika oksigen terlarut dan ketersediaan ion zat hara dikendalikan secara baik.

Di samping itu, tanaman herbal dalam media air juga menyesuaikan respons fisiologinya terhadap stres seperti salinitas atau perubahan pH larutan nutrisi dengan menyesuaikan fisiologi fotosintesis dan transpirasi. Sebagai contoh, penelitian Adhikari *et al*. (2025) pada selada menunjukkan bahwa genotipe yang toleran terhadap salinitas mempertahankan laju fotosintesis, konduktansi stomata, dan transpirasi lebih stabil dibanding genotipe sensitif, serta memperkuat mekanisme osmoregulasi seperti akumulasi prolin dan karbohidrat untuk menjaga keseimbangan air dalam sel (Adhikari *et al*., 2025).

Terakhir, adaptasi juga mencakup penyesuaian pada manajemen nutrisi dan larutan sebagai respons terhadap kebutuhan spesifik tanaman herbal. Studi Rajendran (2024) dalam tinjauan hidroponik menyebutkan bahwa pengaturan komposisi larutan nutrien dan kontrol kondisi lingkungan seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut menjadi sangat penting untuk memastikan pertumbuhan optimal dan kualitas bahan obat (Rajendran *et al*., 2024). Adaptasi ini memungkinkan tanaman herbal yang ditanam secara hidroponik tidak hanya tumbuh dengan sehat tetapi juga menghasilkan bagian tanaman (daun, akar, bunga) yang kaya senyawa aktif farmasetik (Atherton & Li, 2023).

C. Nutrisi dan Metabolisme Sekunder dalam Sistem Hidroponik

Sistem hidroponik memungkinkan pengaturan nutrisi tanaman secara lebih presisi dibanding budi daya konvensional. Nutrisi makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan produksi biomassa, sementara nutrisi mikro seperti besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn) diperlukan dalam jumlah kecil tetapi sangat memengaruhi metabolisme enzimatik. Penelitian menunjukkan bahwa penyesuaian konsentrasi dan komposisi larutan nutrisi dapat berdampak langsung pada kualitas hasil tanaman, termasuk tanaman herbal yang bernilai obat (Vega *et al*., 2023).

Selain mendukung metabolisme primer, sistem hidroponik juga dapat memengaruhi pembentukan metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan alkaloid yang berfungsi sebagai senyawa bioaktif. Sebagai contoh, penelitian pada Purwoceng (Pimpinella pruatjan), tanaman herbal asli Indonesia, menemukan bahwa variasi sistem hidroponik dan konsentrasi nutrisi berpengaruh signifikan terhadap total fenolik, flavonoid, serta kapasitas antioksidan akar tanaman (Batubara, *et al*., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa nutrisi yang dikelola dengan baik dalam hidroponik tidak hanya berfungsi untuk pertumbuhan, tetapi juga untuk meningkatkan kandungan senyawa aktif dengan manfaat farmakologis.

Lebih lanjut, pengaturan faktor lingkungan seperti pH, konduktivitas listrik (EC), serta oksigen terlarut dalam sistem hidroponik juga berpengaruh terhadap metabolisme sekunder. Kondisi yang stabil mendorong tanaman menghasilkan metabolit bioaktif dalam jumlah lebih tinggi tanpa mengurangi pertumbuhan primer. Batubara *et al*. (2023) melaporkan bahwa perbedaan teknik hidroponik (NFT, *drip*, maupun sistem non-sirkulatif) dan konsentrasi nutrien dapat memodulasi komposisi kimia serta aktivitas antioksidan Pimpinella pruatjan. Dengan demikian, sistem hidroponik dapat menjadi strategi budi daya modern yang tidak hanya efisien secara produksi, tetapi juga meningkatkan kualitas fitokimia tanaman herbal (Batubara, *et al*., 2023).

D. Pengaruh Cahaya, Suhu, dan pH Terhadap Hasil Tanam

Cahaya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman karena memicu fotosintesis dan memengaruhi kandungan metabolit. Intensitas dan spektrum cahaya memengaruhi klorofil serta produksi biomassa tanaman, terutama dalam sistem hidroponik atau fasilitas produksi terkendali. Sebagai contoh, studi oleh Yang *et al*. (2024) menunjukkan bahwa variasi intensitas cahaya dan distribusi nutrisi secara simultan dapat memengaruhi aktivitas fotosintesis dan hasil sayuran selada, dengan kondisi cahaya optimal menghasilkan pertumbuhan lebih baik (Yang *et al*., 2024).

Selain cahaya, suhu lingkungan juga sangat memengaruhi hasil tanaman. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah bisa menghambat kinerja enzim fotosintetik, mengganggu pembukaan stomata, dan meningkatkan stres abiotik. Studi "*Vertical Hydroponic Lettuce: Impact of Organic Nutrients …*" (Chowdhury *et al*., 2024) menemukan bahwa suhu siang dan malam yang dijaga dalam kisaran optimal mendukung pertumbuhan selada yang lebih stabil dan meningkatkan berat segar tanaman dibandingkan kondisi suhu ekstrem (Chowdhury *et al*., 2024).

Faktor pH larutan nutrisi tak kalah krusial; pH menentukan ketersediaan unsur hara yang bisa diserap akar tanaman. Sebuah penelitian terbaru berjudul *Effect of Nutrient Solution pH on the Growth and Quality of Lactuca sativa* (Yaakup *et al*., 2024) menemukan bahwa selada yang ditanam pada pH sekitar 6,2 menunjukkan pertumbuhan lebih tinggi (tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun) dan kualitas konsumsi yang lebih baik dibandingkan tanaman di pH yang jauh lebih asam (5,2) atau lebih basa (7,2) (Yaakup *et al*., 2024).

E. Tanaman TOGA yang Cocok untuk Hidroponik

Tidak semua orang punya lahan luas untuk menanam Tanaman Obat Keluarga (TOGA). Namun, dengan teknologi hidroponik, kini siapa saja bisa menanam herbal di rumah, bahkan di teras sempit atau balkon. Hidroponik bukan hanya praktis, tapi juga

bisa meningkatkan kandungan zat aktif dalam tanaman. Sejumlah penelitian membuktikan bahwa beberapa tanaman obat yang biasa kita kenal justru tumbuh lebih baik di sistem air ini, karena nutrisi dan lingkungan bisa diatur dengan lebih presisi.

Tanaman daun seperti seledri, kemangi, mint, oregano, katuk, hingga kumis kucing terbukti cocok untuk hidroponik. Daun-daun herbal ini bukan hanya segar untuk dikonsumsi, tapi juga kaya senyawa berkhasiat. Misalnya, kemangi hidroponik mengandung lebih banyak minyak atsiri dengan efek antibakteri, sementara kumis kucing dalam sistem wick menghasilkan senyawa flavonoid yang penting untuk kesehatan ginjal (Wibowo *et al*., 2024). Bahkan basil atau kemangi manis yang ditanam hidroponik menunjukkan kapasitas antioksidan lebih tinggi dibanding yang ditanam di tanah (Maurer *et al*., 2023).

Selain itu, beberapa tanaman rimpang juga bisa masuk kategori TOGA hidroponik. Jahe, kunyit, temulawak, hingga purwoceng ternyata tidak kalah bagus jika ditanam dengan sistem air. Purwoceng, tanaman khas pegunungan Jawa, terbukti menghasilkan kandungan fenolik dan flavonoid lebih tinggi jika dibudidayakan dengan hidroponik (Batubara, Asoka, Sumarni, Suhardiyanto, Solahudin, Widodo, Supriyanto, Rohaeti, Yudiwanti, *et al*., 2023). Begitu juga dengan kunyit dan temulawak yang bisa memberikan kadar kurkuminoid lebih optimal. Artinya, hidroponik bukan sekadar solusi keterbatasan lahan, tetapi juga strategi untuk menghasilkan herbal berkualitas tinggi, higienis, dan siap mendukung kebutuhan obat tradisional maupun modern di masa depan.

Daftar Pustaka

Adhikari, B., Olorunwa, O. J., Wilson, J., Barickman, T. C., Walters, K. J., Samiappan, S., & Bheemanahalli, R. (2025). Morpho-Physiological, Leaf Hyperspectral, and Nutritional Responses of Lettuce to Salt Stress. *Plant Physiol. Rep.*, *1*(4), 1–15. https://doi.org/10.1007/S40502-025-00885-W/FIGURES/6

Atherton, H. R., & Li, P. (2023). Hydroponic Cultivation of Medicinal Plants—Plant Organs and Hydroponic Systems: Techniques and Trends. *Horticulturae, 9*(3), 349. https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE9030349

Batubara, I., Asoka, S. F., Sumarni, E., Suhardiyanto, H., Solahudin, M., Widodo, S., Supriyanto, Rohaeti, E., Yudiwanti, Laumal, F., & Erniati. (2023). The Effect of Different Hydroponic Types and Nutrient Concentrations on the Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Purwoceng (Pimpinella pruatjan) Extract. *HAYATI Journal of Biosciences*, *30*(5), 985–994. https://doi.org/10.4308/HJB.30.5.985-994

Batubara, I., Asoka, S. F., Sumarni, E., Suhardiyanto, H., Solahudin, M., Widodo, S., Supriyanto, S., Rohaeti, E., Wahyu, Y., Laumal, F., & Erniati, E. (2023). Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of Purwoceng (Pimpinella Pruatjan) Root Extracts from Various Hydroponic Planting Techniques. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, *12*(3), 641. https://doi.org/10.23960/JTEP-L.V12I3.641-652

Bunyuth, Y., & Serey, M. (2024). Hydroponic Systems: An Overview of Benefits, Challenges, and Future Prospects. *Indonesian Journal of Social Economics and Agricultural Policy*, *1*(1), 10–18.

Chowdhury, M., Samarakoon, U. C., & Altland, J. E. (2024). Evaluation of Hydroponic Systems for Organic Lettuce Production in Controlled Environment. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1401089. https://doi.org/10.3389/FPLS.2024.1401089/BIBTEX

Fajari, I., Syah, B., & Sugiono, D. (2023). Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Sumbu dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Keriting (Brassica Juncea L.) Varietas Samhong King pada Hidroponik Sistem Wick. *Jurnal Agroplasma*, *10*(2), 424–432. https://doi.org/10.36987/AGROPLASMA.V10I2.4664

Maurer, D., Sadeh, A., Chalupowicz, D., Barel, S., Shimshoni, J. A., & Kenigsbuch, D. (2023). Hydroponic Versus Soil-Based Cultivation of Sweet Basil: Impact on Plants' Susceptibility to Downy Mildew and Heat Stress, Storability and Total Antioxidant Capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *103*(15), 7809–7815. https://doi.org/10.1002/JSFA.12860

Nitu, O. A., Ivan, E. Ş., Tronac, A. S., & Arshad, A. (2024). Optimizing Lettuce Growth in Nutrient Film Technique Hydroponics: Evaluating the Impact of Elevated Oxygen Concentrations in the Root Zone under LED Illumination. *Agronomy*, *14*(9), 1896. https://doi.org/10.3390/AGRONOMY14091896

Palmitessa, O. D., Signore, A., & Santamaria, P. (2024). Advancements and Future Perspectives in Nutrient Film Technique Hydroponic System: A Comprehensive Review and Bibliometric Analysis. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1504792. https://doi.org/10.3389/FPLS.2024.1504792/PDF

Rajaseger, G., Chan, K. L., Tan, K. Y., Ramasamy, S., Khin, M. C., Amaladoss, A., & Haribhai, P. K. (2023). Hydroponics: Current Trends in Sustainable Crop Production. *Bioinformation*, *19*(9), 925. https://doi.org/10.6026/97320630019925

Rajendran, S., Domalachenpa, T., Arora, H., Li, P., Sharma, A., & Rajauria, G. (2024). Hydroponics: Exploring Innovative Sustainable Technologies and Applications Across Crop Production, with Emphasis on Potato Mini-tuber Cultivation. *Heliyon*, *10*(5), e26823. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E26823

Rautela, I. S., Chauhan, H. K., & Tamta, S. (2025). Effects of Media Composition and Nutrient Film Hydroponic Technique on the Yield of Two Spinach Species (Spinacia oleracea L. and Beta vulgaris subsp. maritima L.). *Food and Humanity*, *5*, 100700. https://doi.org/10.1016/J.FOOHUM.2025.100700

Thapa, U., Hansda, N. N., Kundu, S., Giri, A., Tamang, D., & Rahaman, A. O. (2024). Advancements in Hydroponic Systems: A Comprehensive Review. *Archives of Current Research International*, *24*(11), 317–328. https://doi.org/10.9734/ACRI/2024/V24I11973

Vega, I., Bien-Amié, D., Augustin, G., Heiden, W., & Heiden, N. (2023). Intermittent Circulation of Simplified Deep Flow Technique Hydroponic System Increases Yield Efficiency and Allows

Application of Systems Without Electricity in Haiti. *Agriculture and Food Security*, *12*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/S40066-023-00422-8/TABLES/3

Wibowo, S., Syafii, W., Pari, G., Herliyana, E. N., Efiyanti, L., & Komarayati, S. (2024). Effect of Liquid Smoke from Lignocellulose Waste on the Growth of Orthosiphon aristatus (Blume) Miq. Under A Hydroponic Wick System. *Journal of Animal and Plant Sciences*, *34*(5), 1227–1238. https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.5.0805

Yaakup, S. S., Halim, N. A., & Ding, P. (2024). Effect of Nutrient Solution pH on the Growth and Quality of Lactuca sativa Grown in a Static Hydroponic System. *Tropical Agricultural Science*. https://doi.org/10.47836/pjtas.47.4.08

Yang, T., Samarakoon, U., & Altland, J. (2024). Growth, Phytochemical Concentration, Nutrient Uptake, and Water Consumption of Butterhead Lettuce in Response to Hydroponic System Design and Growing Season. *Scientia Horticulturae*, *332*, 113201. https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2024.113201

BAB 3 *Greenhouse* TOGA: Teknologi Terapan untuk Efisiensi dan Ketahanan

Syafrima Wahyu, M.Si.

A. Prinsip Desain *Greenhouse* Komunitas dan Rumah Tangga

1. Pendahuluan

Greenhouse, atau rumah kaca, adalah struktur pertanian yang dirancang untuk menciptakan iklim mikro yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, termasuk pengaturan suhu, kelembapan, cahaya, dan CO_2. Dalam pertanian modern, *greenhouse* berperan penting untuk memastikan produksi yang stabil dan berkesinambungan, terutama dalam menghadapi perubahan iklim global dan keterbatasan lahan. Penelitian menunjukkan bahwa teknologi *greenhouse* modern memungkinkan peningkatan produktivitas tanaman melalui pengendalian faktor lingkungan secara presisi serta mendukung pertanian berkelanjutan dengan efisiensi penggunaan air dan energi (Katsoulas *et al*., 2021). Selain itu, penggunaan *greenhouse* mampu menekan risiko kerugian akibat cuaca ekstrem maupun serangan organisme pengganggu tanaman, sehingga menjadikannya salah satu solusi strategis untuk menjamin ketahanan pangan (Pratap Singh *et al*., 2024).

Perbedaan desain *greenhouse* untuk komunitas dan rumah tangga terutama ditentukan oleh skala, fungsi, dan kebutuhan pengguna. *Greenhouse* komunitas umumnya memiliki ukuran yang lebih besar karena ditujukan untuk produksi kolektif dan bernilai ekonomi. Desain pada skala ini harus memperhatikan tata letak ruang tanam, sistem irigasi yang efisien, serta ventilasi yang mampu mengatur distribusi suhu dan kelembapan secara merata. Penelitian menunjukkan bahwa tata letak dan ventilasi yang tepat

pada *greenhouse* berkapasitas besar sangat menentukan kestabilan iklim mikro di dalamnya (Putri, Aldi, & Hasan, 2024). Sebaliknya, *greenhouse* rumah tangga bersifat lebih sederhana dengan ukuran yang lebih kecil, bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga atau sekadar sebagai sarana edukasi. Pada skala ini, desain lebih menekankan pada efisiensi ruang, kemudahan perawatan, dan penggunaan material yang lebih terjangkau. Studi terbaru juga menunjukkan bahwa pengendalian suhu dan kelembapan pada *greenhouse* rumah tangga dapat dilakukan melalui sistem otomatis sederhana sehingga tetap efisien tanpa membutuhkan biaya besar (Jamaluddin, Nur, Tahir, Achmad, & Reskyanto, 2025). Dengan demikian, *greenhouse* komunitas menekankan aspek produktivitas dan ekonomi, sedangkan *greenhouse* rumah tangga lebih berfokus pada aksesibilitas dan keberlanjutan kebutuhan pangan sehari-hari.

2. Desain *Greenhouse* untuk Komunitas



Greenhouse komunitas umumnya dirancang dalam skala besar dan bersifat kolaboratif karena melibatkan banyak pihak dalam proses pengelolaannya. Skala besar ini memungkinkan tercapainya efisiensi ekonomi melalui peningkatan volume produksi, pembagian biaya operasional, dan pemanfaatan tenaga kerja secara kolektif. Menurut Putri, Aldi, dan Hasan (2024), orientasi,

ukuran, serta distribusi ventilasi pada *greenhouse* berkapasitas besar sangat menentukan efisiensi pengendalian suhu dan kelembapan, sehingga dapat menjaga kestabilan iklim mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan adanya kerja sama antaranggota komunitas, *greenhouse* tidak hanya berfungsi sebagai sarana produksi pangan tetapi juga sebagai pusat pembelajaran dan pemberdayaan masyarakat di bidang pertanian. Selain itu, struktur dan tata letak *greenhouse* komunitas dirancang agar dapat memaksimalkan penggunaan ruang dan sumber daya. Tata letak yang tepat, misalnya melalui penataan bedeng dan lorong, memudahkan sirkulasi udara, aliran air, serta akses perawatan tanaman. Penelitian Jamaluddin, Nur, Tahir, Achmad, dan Reskyanto (2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan sistem otomatis untuk pengaturan suhu dan kelembapan di *greenhouse* berkontribusi pada peningkatan efisiensi pemakaian energi dan air. Dengan demikian, desain struktur dan tata letak pada *greenhouse* komunitas bukan hanya ditujukan untuk mendukung produktivitas tanaman, tetapi juga untuk memastikan penggunaan sumber daya lebih hemat, berkelanjutan, dan mudah dikelola secara bersama-sama.

3. Desain *Greenhouse* untuk Rumah Tangga



Desain *greenhouse* untuk rumah tangga biasanya dibuat lebih kecil dan efisien, menyesuaikan dengan keterbatasan ruang serta kebutuhan produksi skala individu atau keluarga. *Greenhouse* ini umumnya difokuskan pada pemenuhan kebutuhan pangan sehari-hari atau sebagai sarana edukasi dan hobi. Ukurannya yang ringkas memudahkan pemilik dalam melakukan perawatan, pemantauan tanaman, serta mengurangi biaya pembangunan. Penerapan sistem pengendalian suhu dan kelembapan sederhana pada *greenhouse* rumah tangga tetap dapat menjaga stabilitas iklim mikro dengan penggunaan energi yang relatif rendah, sehingga lebih terjangkau dan praktis untuk dikelola.

Selain ukuran, penentuan lokasi merupakan aspek penting dalam desain *greenhouse* rumah tangga. Lokasi yang tepat memungkinkan pemanfaatan pencahayaan alami secara maksimal sekaligus mendukung sirkulasi udara yang baik. Penempatan *greenhouse* pada area dengan paparan sinar matahari optimal sepanjang hari dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis tanaman. Orientasi dan ventilasi yang sesuai berperan penting dalam distribusi cahaya dan aliran udara di dalam *greenhouse*, sehingga membantu mengurangi risiko akumulasi panas maupun kelembapan berlebih. Dengan demikian, desain *greenhouse* rumah tangga menitikberatkan pada kesederhanaan, efisiensi, dan pemanfaatan faktor lingkungan alami untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

4. Faktor Utama dalam Desain

Dalam merancang sebuah *greenhouse*, orientasi terhadap matahari merupakan faktor utama yang harus diperhatikan karena sangat memengaruhi ketersediaan cahaya bagi proses fotosintesis tanaman. *Greenhouse* yang dibangun dengan orientasi timur–barat, misalnya, akan menerima intensitas cahaya yang lebih merata sepanjang hari, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal (Katsoulas *et al*., 2021). Selain orientasi, pemilihan bahan bangunan juga menjadi aspek penting. Bahan yang ramah lingkungan, tahan lama, dan terjangkau, seperti bambu, plastik UV, atau polikarbonat, semakin banyak digunakan untuk mendukung

keberlanjutan sekaligus menekan biaya produksi (Amalia *et al*., 2023). Penggunaan material semacam ini terbukti dapat menjaga suhu internal lebih stabil sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari pembangunan *greenhouse*.

Selain itu, pemilihan teknologi yang tepat berperan besar dalam meningkatkan efisiensi energi dan ketahanan tanaman. Sistem otomatisasi berbasis sensor untuk mengatur suhu, kelembapan, dan irigasi dapat meminimalkan intervensi manual sekaligus meningkatkan produktivitas tanaman. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa teknologi otomatisasi sederhana yang diaplikasikan pada *greenhouse* skala kecil di daerah tropis mampu menjaga kondisi iklim mikro tetap stabil, meskipun dalam kondisi cuaca yang berubah-ubah (Jamaluddin, Nur, Tahir, Achmad, & Reskyanto, 2025). Dengan demikian, orientasi terhadap matahari, pemilihan bahan bangunan, dan penerapan teknologi efisien merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan untuk menciptakan *greenhouse* yang produktif, hemat energi, dan berkelanjutan.

B. Bahan Bangunan Murah, Ventilasi, dan Atap UV

1. Bahan Bangunan Murah dan Ramah Lingkungan



Pemilihan bahan bangunan murah dan ramah lingkungan merupakan salah satu aspek penting dalam desain *greenhouse*, terutama pada skala rumah tangga maupun komunitas dengan

keterbatasan biaya. Penggunaan bahan lokal seperti kayu, bambu, maupun plastik daur ulang menjadi pilihan populer karena mudah diperoleh, harganya terjangkau, serta memiliki dampak lingkungan yang relatif rendah dibandingkan material industri. Penerapan bahan lokal dalam desain *greenhouse* modular mampu mengurangi biaya konstruksi sekaligus meningkatkan aksesibilitas teknologi pertanian bagi masyarakat luas. Bahan seperti bambu tidak hanya ringan dan mudah dibentuk, tetapi juga memiliki sifat isolasi termal yang cukup baik untuk menjaga stabilitas suhu dalam *greenhouse*.

Namun, penggunaan bahan bangunan murah juga memiliki tantangan tertentu. Kayu dan bambu, misalnya, rentan terhadap kerusakan akibat kelembapan tinggi, rayap, maupun pelapukan, sehingga membutuhkan perlakuan tambahan untuk meningkatkan daya tahannya. Demikian pula, plastik daur ulang yang banyak digunakan sebagai penutup *greenhouse* dapat mengalami penurunan kualitas akibat paparan sinar UV dalam jangka panjang.



Tidak sedikit saat ini *greenhouse* dibangun menggunakan material baja ringan. Material ini memang secara harga akan membutuhkan dana investasi yang lebih tinggi namun secara kualitas ketahanan memiliki durabilitas yang sangat baik. Di samping itu dalam instalasi pembangunan maupun perawatan relatif mudah. Kualitas bahan

bangunan berpengaruh langsung terhadap kemampuan *greenhouse* dalam menjaga suhu dan kelembapan yang stabil, sehingga pemilihan material yang tepat perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat. Dengan demikian, meskipun penggunaan bahan lokal yang murah memberikan keuntungan besar dari sisi biaya dan keberlanjutan, tantangan pada aspek ketahanan material tetap perlu menjadi pertimbangan dalam perancangan *greenhouse*.

2. Ventilasi Efektif

Ventilasi efektif merupakan salah satu elemen kunci dalam desain *greenhouse* karena berperan menjaga sirkulasi udara, suhu, dan kelembapan agar tetap dalam kondisi ideal untuk pertumbuhan tanaman. Tanpa sistem ventilasi yang baik, akumulasi panas dan kelembapan dapat menghambat fotosintesis dan meningkatkan risiko penyakit tanaman. Ventilasi atap menjadi faktor penting dalam *greenhouse* tropis karena perbedaan densitas udara (*buoyancy*) mampu mendorong aliran udara keluar, terutama saat ventilasi samping kurang memadai. Kombinasi ventilasi samping dan atap meningkatkan aliran udara pada *greenhouse* tropis dengan angin rendah, sehingga membantu menjaga kestabilan iklim mikro (Reynafarje *et al*., 2020).

Dalam praktiknya, ventilasi dapat dibagi menjadi ventilasi alami dan mekanik. Ventilasi alami memanfaatkan bukaan atap atau samping tanpa penggunaan energi tambahan, sementara ventilasi mekanik menggunakan kipas atau exhaust fan untuk mengatur pergerakan udara secara aktif. Menurut Ichsan dan Zulwisli (2024), penggunaan *exhaust fan* yang dikombinasikan dengan sensor mampu menjaga suhu dan kelembapan dalam batas optimal meskipun kondisi luar berfluktuasi (Ichsan dan Zulwiski, 2024).

3. Atap UV

Atap UV memiliki peran penting dalam desain *greenhouse* karena berfungsi melindungi tanaman dari paparan sinar matahari berlebih yang dapat merusak jaringan tanaman serta meningkatkan stres akibat suhu tinggi. Radiasi ultraviolet (UV) yang berlebihan

dapat menyebabkan fotoinhibisi, penurunan efisiensi fotosintesis, hingga kerusakan DNA pada tanaman. Penggunaan bahan penutup *greenhouse* yang mampu menyaring sebagian radiasi UV terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus memperbaiki kondisi iklim mikro. Berbagai jenis bahan atap UV telah digunakan, seperti polycarbonate, polyethylene, maupun *net shading*, masing-masing dengan karakteristik dan keunggulannya. Polycarbonate, misalnya, dikenal memiliki ketahanan tinggi terhadap radiasi serta daya tahan jangka panjang, sedangkan *net shading* lebih fleksibel, terjangkau, dan mudah diaplikasikan sesuai kebutuhan intensitas cahaya.

Selain sebagai pelindung, atap UV juga berpengaruh terhadap pengaturan temperatur dalam *greenhouse*. Penggunaan bahan dengan kemampuan refleksi sebagian radiasi dapat menurunkan suhu internal sehingga mengurangi kebutuhan pendinginan tambahan. Santosh, Kumar, & Hemantaranjan (2017) menyatakan bahwa material penutup dengan sifat penyaring UV mampu menurunkan suhu udara di dalam *greenhouse* hingga beberapa derajat dibandingkan dengan plastik konvensional, tanpa mengurangi pencahayaan yang diperlukan untuk fotosintesis. Hal ini membuktikan bahwa pemilihan bahan atap UV yang tepat tidak hanya memberikan perlindungan radiasi, tetapi juga mendukung efisiensi energi serta keberlanjutan produksi pertanian dalam *greenhouse*.

C. Sensor Suhu & Kelembapan, Sistem Irigasi Tetes Otomatis

1. Sensor Suhu dan Kelembapan



Sensor suhu dan kelembapan merupakan komponen vital dalam sistem pengelolaan iklim mikro *greenhouse* karena berfungsi mendeteksi kondisi lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Prinsip kerjanya didasarkan pada kemampuan sensor untuk mengukur perubahan resistansi, kapasitansi, atau sinyal elektronik lain yang dipengaruhi oleh temperatur dan kadar air di udara. Data yang dihasilkan memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time sehingga fluktuasi yang merugikan tanaman dapat segera diantisipasi. Pemantauan suhu dan kelembapan sangat penting untuk mengurangi stres tanaman serta mempertahankan produktivitas optimal dalam sistem *greenhouse* modern.

Sensor DHT22 secara luas dimanfaatkan dalam sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan suhu dan kelembapan di bidang pertanian karena kemampuannya mengukur dua parameter tersebut dengan praktis dan cukup andal. DHT22 mampu mengukur kelembapan relatif pada rentang 0–100%, setara dengan jangkauan alat termo-higrometer digital, sehingga lebih unggul dibanding pendahulunya (DHT11) yang terbatas pada 20–80%. Selain jangkauan yang lebih luas, sensor ini memiliki reputasi biaya rendah dengan kualitas data yang baik (Syaputra, 2023).

2. Sistem Irigasi Tetes Otomatis

Sistem irigasi tetes otomatis merupakan teknologi irigasi presisi yang menyalurkan air langsung ke zona perakaran tanaman melalui jaringan pipa, emitter, dan kontrol otomatis. Komponen utamanya meliputi sumber air, pompa, filter, pipa distribusi, dan emiter yang mengatur debit air sesuai kebutuhan tanaman. Teknologi ini memungkinkan distribusi air yang merata sekaligus mengurangi kehilangan akibat evaporasi dan limpasan permukaan. Sistem irigasi tetes terbukti lebih efisien dibandingkan metode irigasi konvensional karena mampu menekan konsumsi air sekaligus meningkatkan produktivitas lahan.

Manfaat utama dari sistem ini adalah penghematan air dan efisiensi dalam pemupukan, karena nutrisi dapat disalurkan bersamaan dengan irigasi melalui fertigation. Irigasi tetes meningkatkan hasil panen tomat hingga 25% dibandingkan metode pengairan manual, dengan penggunaan air yang lebih hemat hingga 40%. Efisiensi ini semakin ditingkatkan melalui integrasi dengan sensor kelembapan tanah yang memungkinkan pengaturan otomatis berdasarkan kondisi aktual (Chawla *et al*., 2016). Integrasi sistem irigasi tetes dengan sensor berbasis IoT dapat menjaga kelembapan tanah pada tingkat optimal, mengurangi intervensi manual, serta menurunkan konsumsi energi dan air. Dengan demikian, sistem irigasi tetes otomatis tidak hanya mendukung keberlanjutan sumber daya air, tetapi juga memperkuat penerapan pertanian presisi dalam *greenhouse* modern.

3. Penerapan Teknologi dalam *Greenhouse* TOGA

Penerapan teknologi dalam *greenhouse* TOGA (Tanaman Obat Keluarga) semakin berkembang melalui integrasi sensor dan sistem irigasi otomatis yang dapat diadaptasi baik pada skala komunitas maupun rumah tangga. Pada *greenhouse* komunitas, penerapan sensor suhu, kelembapan, dan cahaya terhubung dengan sistem pengendali otomatis memungkinkan pengaturan iklim mikro secara kolektif sehingga tanaman obat dapat tumbuh optimal dengan

minim intervensi manual. Jaringan sensor nirkabel efektif digunakan dalam pemantauan kondisi *greenhouse* secara *real*-time, sekaligus mengurangi biaya operasional melalui kontrol berbasis data. Hal ini mendukung keberlanjutan produksi tanaman obat dengan kualitas yang lebih konsisten pada skala besar.

Sementara itu, pada skala rumah tangga, teknologi yang diterapkan lebih sederhana namun tetap efisien. Sistem irigasi tetes otomatis yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah memungkinkan penyiraman tanaman dilakukan hanya saat diperlukan, sehingga konsumsi air lebih hemat dan perawatan tanaman menjadi lebih praktis. Integrasi sensor dengan irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu menjaga kelembapan tanah pada tingkat ideal dan mengurangi intervensi manual hingga 60%. Dengan demikian, baik pada *greenhouse* komunitas maupun rumah tangga, penerapan teknologi sensor dan irigasi otomatis dapat meningkatkan efisiensi sumber daya sekaligus mendukung pertanian presisi yang ramah lingkungan.

Berkat karakteristik tersebut, DHT22 menjadi pilihan populer sebagai komponen inti node sensor IoT untuk monitoring iklim mikro lahan pertanian maupun lingkungan *greenhouse*. Sensor ini biasanya dihubungkan dengan mikrokontroler berkemampuan internet (misalnya NodeMCU/ESP8266) untuk mengirim data ke platform awan secara *real-time* (Puspasari *et al*, 2020). Dari sisi kinerja, berbagai penelitian menunjukkan keandalan dan akurasi sensor DHT22 dalam sistem monitoring IoT pertanian (Omar *et al*, 2020). Pada konteks *greenhouse*, Wardani *et al*. (2023) menguji tiga sensor DHT22 secara bersamaan dan mendapatkan tingkat akurasi tinggi. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa DHT22 mampu menyediakan data iklim lokal yang cukup presisi bagi keperluan pertanian. Dengan data suhu dan kelembapan yang real-time dan akurat, sistem IoT berbasis DHT22 berperan penting dalam mendukung pertanian cerdas sehingga manajemen pertanian menjadi lebih responsif dan efisien.

D. Efisiensi Penggunaan Air dan Energi

1. Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi penggunaan air merupakan aspek fundamental dalam pengelolaan *greenhouse* karena berkaitan langsung dengan keberlanjutan produksi dan konservasi sumber daya alam. Berbagai teknik dapat diterapkan untuk mengoptimalkan penggunaan air, di antaranya adalah pemanfaatan air hujan yang ditampung melalui sistem koleksi atap serta penggunaan sistem irigasi tetes yang menyalurkan air langsung ke zona perakaran tanaman. Penerapan irigasi tetes pada *greenhouse* terbukti mengurangi kehilangan air akibat evaporasi dan limpasan permukaan, sekaligus meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman secara merata.

Selain itu, sistem daur ulang air juga menjadi inovasi penting dalam meningkatkan efisiensi. Teknologi ini memungkinkan air sisa irigasi dikumpulkan, disaring, dan digunakan kembali sehingga mengurangi pemborosan sekaligus menjaga kualitas air. Sistem resirkulasi dalam *greenhouse* hidroponik dapat menurunkan konsumsi air hingga 40% tanpa mengurangi hasil panen. Dampak positif dari efisiensi penggunaan air ini tidak hanya mendukung ketahanan tanaman dengan menjaga kelembapan optimal, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan jejak lingkungan melalui konservasi air dan energi. Penerapan manajemen air berkelanjutan dalam *greenhouse* membantu adaptasi terhadap perubahan iklim sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian jangka Panjang (Shrestha *et al*., 2018).

2. Efisiensi Penggunaan Energi

Efisiensi penggunaan energi dalam *greenhouse* merupakan faktor penting untuk mendukung keberlanjutan pertanian modern sekaligus menurunkan biaya operasional. Salah satu strategi yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan energi terbarukan, seperti panel surya dan energi biomassa, untuk menggantikan ketergantungan pada sumber energi fosil. Integrasi panel surya dalam sistem *greenhouse* tidak hanya menyediakan pasokan listrik

yang berkelanjutan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon.



Panel surya/sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic (*Photovoltaic cell*—disingkat PV). Pada umumnya disamping sel surya, terdapat beberapa komponen dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya antara lain baterai aki, *Solar Charger Controller* (SCC) dan inverter. Namun dalam penelitian ini sumber listrik yang akan digunakan berupa sistem listrik searah/*Direct Current* (DC) sehingga tidak menggunakan inverter. *Solar Charge Controller* berfungsi sebagai pengatur tegangan/arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari panel surya ke baterai aki maupun arus beban keluaran/digunakan, serta untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (Purwoto *et al*., 2018). Selain itu, penggunaan energi biomassa dari limbah pertanian juga terbukti efektif sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan untuk pemanas atau pembangkit listrik kecil (Shen *et al*., 2018).

Selain beralih ke energi terbarukan, berbagai teknik penghematan energi dapat diterapkan untuk mengurangi konsumsi listrik secara keseluruhan. Misalnya, penerapan isolasi termal pada dinding dan atap *greenhouse* mampu mempertahankan suhu internal

sehingga mengurangi kebutuhan pemanas tambahan, sementara pemanfaatan pencahayaan alami melalui desain atap transparan dapat mengurangi ketergantungan pada lampu buatan. Desain *greenhouse* yang memperhatikan efisiensi termal dan pencahayaan alami dapat menekan konsumsi energi hingga 30% dibandingkan desain konvensional. Peran desain dan teknologi dalam hal ini menjadi sangat penting, karena kombinasi struktur yang optimal dan penerapan sistem kontrol otomatis memungkinkan pengelolaan iklim mikro yang hemat energi sekaligus mendukung penurunan jejak karbon. Dengan demikian, efisiensi energi di *greenhouse* tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memperkuat daya saing pertanian modern dalam jangka panjang.

E. Pengukuran dan Pemantauan Iklim Mikro *Greenhouse*

1. Pengertian Iklim Mikro dan Pentingnya Pengukuran

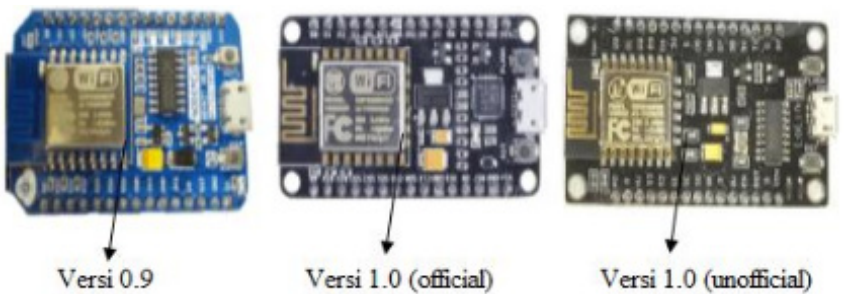
Iklim mikro didefinisikan sebagai kondisi iklim lokal yang terbentuk pada ruang terbatas, seperti di dalam *greenhouse*, yang dapat berbeda signifikan dari kondisi iklim di luar ruangan. Komponen iklim mikro meliputi suhu udara, kelembapan relatif, intensitas cahaya, serta konsentrasi karbon dioksida (CO_2), yang seluruhnya berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Pengendalian iklim mikro dalam *greenhouse* merupakan faktor kunci dalam mencapai kondisi optimal untuk fotosintesis dan respirasi tanaman, sehingga sangat menentukan kualitas maupun kuantitas hasil panen.

Faktor-faktor yang memengaruhi iklim mikro di dalam *greenhouse* meliputi radiasi matahari, ventilasi, kelembapan tanah, serta desain struktural *greenhouse* itu sendiri. Misalnya, bukaan ventilasi dan penggunaan material penutup dapat memengaruhi distribusi suhu dan kelembapan secara signifikan. Variasi orientasi dan desain ventilasi memengaruhi pola aliran udara, yang pada akhirnya menentukan distribusi suhu dan kelembapan di dalam *greenhouse*. Oleh karena itu, pengukuran iklim mikro dengan bantuan sensor menjadi sangat penting, karena data real-time

memungkinkan penyesuaian otomatis pada sistem pengendali lingkungan. Hal ini tidak hanya membantu menjaga kondisi optimal bagi tanaman, tetapi juga meningkatkan efisiensi energi dan sumber daya dalam operasional *greenhouse* (López-Martínez *et al*., 2021).

2. Teknik Pemantauan Iklim Mikro

Pemantauan iklim mikro di dalam *greenhouse* sangat penting untuk memastikan kondisi lingkungan tetap optimal bagi pertumbuhan tanaman. Berbagai sensor dan alat ukur digunakan untuk memantau parameter utama seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan konsentrasi karbon dioksida (CO_2). Sensor yang digunakan sebagai input terhubung dengan sistem mikrokontroler. Salah satu mikrokontroler yaitu ESP8266 (NodeMCU) banyak digunakan dalam sistem smart *greenhouse* berbasis IoT untuk memantau dan mengendalikan iklim mikro secara *real-time*. Mikrokontroler ini dapat terhubung dengan sensor suhu dan kelembapan (sensor DHT22) untuk membaca kondisi lingkungan di dalam *greenhouse* secara kontinu, lalu mengirimkan data tersebut ke platform cloud melalui Wi-Fi sehingga pengguna dapat memantaunya jarak jauh secara *real-time*.



NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontrol yang merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul Arduino, tetap yang membedakan yaitu dikhususkan untuk Connected to Internet. NodeMCU merupakan modul wifi yang serba bisa karena telah dilengkapi dengan GPIO, ADC, UART dan

PWM. NodeMCU dapat diprogram menggunakan Bahasa C Arduino IDE (Wicaksono, 2017).

NodeMCU ESP8266 dapat mengaktifkan pompa air atau sistem irigasi secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor (misalnya saat kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang ditentukan). Pendekatan IoT ini memungkinkan pengontrolan penuh terhadap penyiraman, suhu, dan kelembapan udara secara otonom, menjaga kondisi iklim mikro optimal bagi pertumbuhan tanaman sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi kebutuhan intervensi manual

Sensor suhu dan kelembapan biasanya berbasis termistor atau kapasitor yang mampu merekam perubahan lingkungan secara real-time, sementara sensor cahaya digunakan untuk mengukur intensitas radiasi fotosintetik yang dibutuhkan tanaman. Untuk CO_2, sensor berbasis nondispersive infrared (NDIR) banyak diterapkan karena memiliki tingkat akurasi tinggi. Penggunaan jaringan sensor nirkabel dalam *greenhouse* memungkinkan pemantauan parameter lingkungan secara kontinu dengan biaya lebih rendah serta jangkauan yang lebih luas.

Selain pengukuran, teknologi analisis data juga memegang peran penting dalam mengoptimalkan manajemen iklim mikro. Data yang dikumpulkan sensor dapat diolah melalui sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) atau *machine learning* untuk memprediksi kebutuhan lingkungan tanaman secara lebih akurat. Integrasi sensor dengan sistem kendali berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi energi dan menjaga stabilitas iklim mikro pada tingkat optimal. Bahkan, teknologi terbaru telah memungkinkan penerapan *cloud computing* yang menghubungkan data dari berbagai *greenhouse* untuk analisis komparatif dan rekomendasi pengelolaan otomatis (Ahamed, Guo, & Tanino, 2019). Dengan demikian, pemantauan iklim mikro berbasis sensor dan analisis data cerdas menjadi pilar utama dalam mendukung pertanian presisi di era digital.

3. Pemanfaatan Data Pemantauan untuk Pengambilan Keputusan

Pemanfaatan data pemantauan iklim mikro di *greenhouse* memberikan dasar penting bagi pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam pengelolaan tanaman. Data mengenai suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan konsentrasi CO_2 dapat digunakan untuk menentukan waktu tanam yang tepat, frekuensi penyiraman, serta kapan ventilasi harus dibuka atau ditutup. Dengan demikian, petani dapat menjaga kondisi lingkungan tetap berada dalam rentang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Pengendalian iklim mikro berbasis data terbukti meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus menekan biaya operasional karena penggunaan sumber daya menjadi lebih efisien (Shamshiri *et al*., 2018).

Selain itu, sistem otomatis berbasis sensor mampu mengatur iklim mikro secara real-time tanpa intervensi manual. Contohnya, sistem irigasi tetes dapat diaktifkan secara otomatis ketika sensor kelembapan tanah menunjukkan tingkat kering, atau kipas ventilasi menyala saat suhu melebihi batas toleransi. Integrasi sensor dengan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengaturan suhu, kelembapan, dan cahaya dilakukan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Lebih jauh lagi, perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) membuka peluang bagi sistem manajemen *greenhouse* yang lebih cerdas. Dengan mengolah data historis dan tren lingkungan, AI dapat memberikan rekomendasi optimalisasi, bahkan memprediksi kondisi iklim mikro di masa depan untuk mendukung keputusan strategis (Ahamed, Guo, & Tanino, 2019). Oleh karena itu, pemanfaatan data pemantauan tidak hanya sekadar mendukung manajemen harian, tetapi juga berperan sebagai fondasi menuju pertanian presisi yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Ahamed, T., Guo, H., & Tanino, K. (2019). Energy and Climate Management in Greenhouses Using Artificial Intelligence: A Review. *Biosystems Engineering, 183*, 121–135. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.04.016

Amalia, L., & Tim Peneliti. (2023). Proses Desain, Rancang Bangun, dan Pengujian Greenhouse Lipat Modular. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Universitas Brawijaya. https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/download/865/572/35451

Chawla, I., Verma, H. K., & Chauhan, N. (2016). Automated Drip Irrigation System Using Arduino and GSM Module. *International Journal of Engineering Research & Technology, 5*(2), 280–283. https://doi.org/10.17577/IJERTV5IS020390

Ichsan, M., & Zulwisli, Z. (2024). Pengendalian Suhu dan Kelembapan Greenhouse Menggunakan Exhaust Fan. *Voteteknika, 8*(4). Universitas Negeri Padang. https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/article/view/110106

Jamaluddin, T. A. A., Nur, F. S., Tahir, M., Achmad, D., & Reskyanto, A. (2025). Temperature and Humidity Control in a Small-Scale Greenhouse in a Tropical Climate. *Salaga Journal, 3*(1), 6–10. https://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/salaga/article/view/1815

Katsoulas, N., Kittas, C., Bartzanas, T., & Sapounas, A. (2021). Technological Progresses in Modern Sustainable Greenhouses Cultivation as the Path Towards Precision Agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 147*, 111251. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111251

López-Martínez, J. A., Peña-Fernández, A., Montero, J. I., & Antón, A. (2021). Influence of Ventilation Configuration on Microclimate and Energy Efficiency in Mediterranean Greenhouses. *Biosystems Engineering, 204*, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.12.010

Omar, N. B., Zen, H. B., Aldrin, N. N. A., Waluyo, & Hadiatna, F. (2020). Accuracy and Reliability of Data in IoT System for Smart Agriculture. *International Journal of Integrated Engineering, 12*(6), 105–116.

Pratap Singh, K. A., Goutam, P., Xaxa, S., Nasima, ... & Rajesh, G. M. (2024). The Role of Greenhouse Technology in Streamlining Crop Production. *Journal of Experimental Agriculture International, 46*(6), 776–798. https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i62532

Purwoto, B. H., Jatmiko, F, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, *18*(1), 10–14.

Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Oktiawati, U. Y., & Satya, T. P. (2020). Development of Embedded System in Monitoring Temperature and Humidity as Supporting Smart Farm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511, 012017. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012017

Putri, I., Aldi, R. T., & Hasan, A. (2024). Enhancing Mini Greenhouse Design: A CFD Analysis of Temperature, Humidity, and Wind Flow Distribution. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 13*(2), 381–393. https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP/article/view/7762

Reynafarje, X., Villagrán, E. A., Bojacá, C. R., Gil, R., & Schrevens, E. (2020). Simulation and Validation of the Airflow Inside a Naturally Ventilated Greenhouse Designed for Tropical Conditions. *Acta Horticulturae*, 1271, 55–62. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1271.8

Santosh, K., Kumar, A., & Hemantaranjan, A. (2017). *Greenhouse* Technology for Modifying Crop Microenvironment. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6*(7), 2344–2353. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.276

Shen, Y., Linville, J. L., Urgun-Demirtas, M., Mintz, M. M., & Snyder, S. W. (2018). An Overview of Biogas Production and Utilization at Full-scale Wastewater Treatment Plants (WWTPs) in the United States: Challenges and Opportunities Towards Energy-Neutral WWTPs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50*, 346–362. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.129

Shamshiri, R. R., Kalantari, F., Ting, K. C., Thorp, K. R., Hameed, I. A., Weltzien, C., Ahmad, D., & Shad, Z. M. (2018). Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11*(1), 1–22. https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181101.3210

Shrestha, A., Araya, H., & Xie, Y. (2018). Water-Saving Greenhouse Vegetable Production in China: Advances and Challenges. *Horticultural Plant Journal, 4*(5), 223–227. https://doi.org/10.1016/j.hpj.2018.08.004

Syaputra, F. R. (2023). The Utilization of IoT in Real-time Temperature and Humidity Monitoring Using Microcontroller: A Literature Review. *Journal of Computation Physics and Earth Science, 3*(2), 65–73. https://doi.org/10.63581/JoCPES.v3i2.05

Wardani, I. K., Ichniarsyah, A. N., Telaumbanua, M., Priyonggo, B., Fil'aini, R., Mufidah, Z., & Dewangga, D. A. (2023). The Feasibility Study: Accuracy and Precision of DHT22 in measuring the temperature and humidity in the *greenhouse*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1230, 012146. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012146

Wicaksono, M. F. (2017). Implementasi Modul Wifi NodeMCU Esp8266 untuk Smart Home. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer, 6*(1). https://doi.org/10.33751/komputasi.v16i2.1622

BAB 4 Nilai Gizi dan Peran TOGA dalam Keluarga

Dr. Ratnayani, S.P., M.Biomed.

A. Kandungan Gizi dalam TOGA

Tanaman Obat Keluarga (TOGA) merupakan tanaman yang ditanam di pekarangan rumah, yang hasilnya dimanfaatkan sebagai obat untuk penyakit-penyakit ringan bagi keluarga. TOGA merupakan salah satu warisan budaya bangsa Indonesia yang hingga kini tetap relevan untuk dipelajari. Selain digunakan sebagai obat tradisional, banyak jenis TOGA ternyata juga menyimpan nilai gizi penting yang dapat menunjang kesehatan keluarga (Mindarti & Nurbaeti, 2015). Banyak tanaman herbal seperti jahe, kunyit, temulawak, kencur, daun kelor, dan serai yang kaya akan senyawa bioaktif.

1. Zat Gizi Makro dalam TOGA

Beberapa tanaman herbal mengandung zat gizi makro seperti karbohidrat dan protein. Selain itu juga banyak tanaman herbal yang dimanfaatkan untuk kesehatan karena kandungan serat di dalamnya. Daun kelor, misalnya, berdasarkan data penelitian mengandung sejumlah zat gizi makro yaitu 28,50% karbohidrat, 25,02% protein, 10,42% lemak, dan 11,83% serat pangan (González-Burgos, *et al*., 2021).

Selain kelor, kunyit yang dikenal dengan nama curcuma atau turmeric memiliki sejumlah kandungan zat gizi. Sebuah penelitian melaporkan bahwa dalam 100 g kunyit terkandung 41,07% karbohidrat, 7,35% protein, 8,20% lemak, dan 5,21% serat (Anyaoku *et al.*, 2023).

Herbal berikutnya yang juga dikenal di kalangan masyarakat Indonesia adalah jahe. Tanaman herbal ini telah banyak dimanfaatkan untuk mengatasi sakit ringan di lingkungan keluarga. Dalam 100 g jahe terdapat 17,77% karbohidrat, 1,82% protein, dan 0,75% lemak (Aregawi & Zoltan, 2025). Dari sisi zat gizi makro, tanaman herbal dikenal sebagai tanaman yang rendah lemak namun memiliki segudang manfaat, sehingga banyak dikonsumsi terutama oleh orang-orang yang sedang menjalani diet.

2. Zat Gizi Mikro dalam TOGA

Selain zat gizi makro, TOGA juga mengandung sejumlah zat gizi mikro (vitamin dan mineral). Daun kelor yang dikenal juga dengan nama latinnya *Moringa oleifera* mengandung vitamin B1 326,4 μg/100 g, vitamin C 15,2 mg/100 g (Burgos, *et al*., 2021), 132,2–216,4 mg/100 kalsium (Ca), 152–304 mg/100 g fosfor (P), dan 131,7–202,5 mg/100 g kalium (K) (Sultana, 2020).

Tanaman herbal berikutnya yang juga dikenal sebagai bumbu masak yaitu kunyit, mengandung sejumlah zat gizi mikro. Dalam sebuah penelitian, dilaporkan bahwa dalam 100 g kunyit terkandung 6,04 mg vitamin C, 1,54 vitamin E, 0,49 mg kalium (K), dan 0,59 mg magnesium (Mg) ((Anyaoku *et al.*, 2023).

Bumbu dapur lainnya yaitu jahe yang juga dikenal dengan nama ginger mengandung berbagai zat gizi mikro. Beberapa zat gizi mikro yang terkandung dalam 100 g jahe varian *Chinese white* yaitu 98,50 mg Ca, 205,45 mg Mg, dan 3,31 mg zat besi (Fe) (Robinson *et al.,* 2025)

3. Fitokimia dan Senyawa Bioaktif dalam TOGA

Selain zat gizi makro dan mikro, TOGA dikenal sebagai tanaman yang kaya senyawa bioaktif. Peranan senyawa bioaktif dalam tanaman herbal semakin meningkat dalam setiap periodenya. Daun kelor yang dikenal sebagai *The miracle tree* memiliki kandungan antioksidan terutama senyawa fenolnya yaitu 2,17 mg gallic acid/g (González-Burgos, *et al*., 2021).

Begitu pun dengan kunyit, bumbu dapur ini mengandung sejumlah fitokimia seperti saponin, senyawa glikosida, tanin, alkaloid, flavonoid, fitat, oksalat, antosianin, steroin, dan fenol (Anyaoku *et al.*, 2023). Penelitian lainnya menyebutkan bahwa kunyit mengandung total fenol 200,99 mg GAE/g bubuk kering, total flavonoid 70,53 mg QE/g bubuk kering, dan total aktivitas antioksidan 105,85 mg AAE/g bubuk kering (Moulick *et al.,* 2023).

Tidak kalah dengan kunyit, jahe mengandung sejumlah senyawa baik volatil maupun non volatil. Senyawa volatil yang terdapat pada jahe diantaranya *sesquiterpenes* (*zingiberene, curcumene, farnesene*) dan *monoterpenes* (*cineole, linalool, borneol*). Beberapa senyawa non volatil yang dikenal terdapat pada jahe yaitu *gingerols, shogaols, paradols, dan zingerone* (Kiyama, 2020).

Beberapa fitokimia maupun senyawa aktif yang terdapat pada tanaman herbal telah teruji memiliki efek kesehatan. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kelor memberikan efek perlindungan terhadap kerusakan oksidatif yang diinduksi oleh H_2O_2 (hidrogen peroksida) dengan cara meningkatkan viabilitas sel dan mengurangi jumlah radikal bebas. Selain itu, ekstrak tersebut juga menekan proses peroksidasi lipid yang biasanya menandakan kerusakan membran sel akibat oksidasi lemak, serta meningkatkan kadar glutation dan aktivitas enzim antioksidan seperti katalase dan superoksida dismutase (SOD) yang berfungsi mempertahankan keseimbangan redoks di dalam sel (González-Burgos, *et al*., 2021).

Herbal lainnya yaitu kunyit telah banyak digunakan turun temurun dan dipercaya memberikan manfaat kesehatan. Kunyit mengandung senyawa aktif yang disebut *curcumin*. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat bagaimana pemberian *curcumin* dapat mengatasi berbagai penyakit. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya yang terkait dengan kanker prostat, kanker payudara, kanker pankreas, psoriasis, penyakit inflamasi, dan beberapa penyakit metabolik. Secara umum, pemberian *curcumin* dengan dosis yang telah ditentukan telah memperbaiki kondisi penyakit-penyakit tersebut (El-Saadony, 2023).

Seperti halnya kunyit, jahe juga memiliki senyawa fitokimia dan bioaktif dengan berbagai manfaat kesehatan. Tercatat beberapa khasiat dari jahe diantaranya pada kelompok monoterpene seperti cineole memiliki peran sebagai anti inflamasi kaitannya dengan sifatnya sebagai antioksidan. Selanjutnya senyawa fenolic yang terdapat pada jahe seperti gingerol ternyata sebagai anti kanker, anti inflamasi, anti mikroba maupun anti jamur. Senyawa fenolik lainnya yaitu Shogaol memiliki efek antioksidan, anti inflamasi, anti kanker dan juga sebagai *neuroprotective*. Paradol dan zingerone sebagai bagian dari senyawa fenolik memiliki kesamaan sebagai anti kanker dan anti inflamasi (Kiyama, 2020).

B. Edukasi Gizi dan Pangan Lokal Berbasis Herbal

Pemanfaatan TOGA dalam keluarga tidak hanya berhenti pada konsumsi, melainkan juga perlu diiringi dengan edukasi gizi. Edukasi ini penting agar masyarakat mampu memahami manfaat TOGA serta mengintegrasikannya ke dalam menu sehari-hari secara tepat (Mindarti & Nurbaeti, 2016). Proses edukasi yang dapat dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Pengenalan Tanaman Herbal

Keluarga perlu diperkenalkan pada berbagai jenis TOGA yang mudah ditanam di pekarangan rumah, seperti jahe (Zingiber officinale), kunyit (Curcuma longa), kencur (Kaempferia galanga), daun kelor (Moringa oleifera), serai (Cymbopogon citratus), dan temulawak (Curcuma xanthorrhiza). Pengenalan ini penting untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat bahwa tanaman obat tidak hanya berfungsi sebagai bahan pengobatan tradisional, tetapi juga dapat menjadi bagian dari gaya hidup sehat berbasis alam (Mindarti & Nurbaeti, 2015). Melalui kegiatan pengenalan dan pelatihan sederhana, masyarakat dapat belajar mengenai morfologi tanaman, cara perbanyakan, manfaat farmakologis, serta potensi nilai gizinya. Misalnya, daun kelor diketahui mengandung zat gizi makro, mikro dan fitokimia serta senyawa bioaktif, sehingga berpotensi menjadi suplemen gizi alami untuk keluarga.

Lebih jauh lagi, edukasi pengenalan TOGA sebaiknya disertai dengan pelatihan budi daya dan pemanfaatan praktis. Banyak tanaman herbal dapat tumbuh dengan baik di lahan sempit, bahkan dalam pot atau polybag, sehingga cocok diterapkan di lingkungan perkotaan. Kegiatan seperti lomba taman TOGA, pelatihan kelompok PKK, atau program posyandu hijau dapat menjadi sarana efektif untuk meningkatkan minat masyarakat menanam tanaman herbal (Sinuhaji *et al*., 2025). Dengan mengenal dan menanam TOGA, keluarga tidak hanya memperoleh manfaat kesehatan, tetapi juga mendukung prinsip kemandirian pangan dan ketahanan gizi keluarga. Pendekatan ini sejalan dengan program nasional dalam memanfaatkan sumber daya lokal untuk menunjang kesehatan preventif dan promotif (Mindarti & Nurbaeti, 2015).

2. Integrasi dengan Pangan Lokal

Edukasi gizi berbasis TOGA tidak hanya menekankan pada manfaat kesehatan, tetapi juga mendorong masyarakat untuk mengintegrasikannya ke dalam pangan lokal yang sesuai dengan budaya dan kearifan lokal. Indonesia memiliki keragaman kuliner tradisional yang kaya rempah dan bahan herbal seperti kunyit, jahe, serai, dan temulawak, yang sejak lama digunakan tidak hanya untuk memberikan cita rasa, tetapi juga untuk menjaga kesehatan tubuh (Mindarti & Nurbaeti, 2015). Integrasi TOGA ke dalam pangan lokal berarti menghidupkan kembali nilai-nilai budaya makan sehat berbasis bahan alami. Misalnya, minuman tradisional seperti jamu kunyit asam, wedang jahe, dan teh serai pandan dapat dikembangkan dengan sentuhan inovasi modern agar lebih praktis, higienis, dan sesuai dengan selera generasi muda (Mahbub *et al.*, 2024).

Selain menjaga warisan kuliner tradisional, integrasi TOGA dalam pangan lokal juga memiliki potensi ekonomi dan pemberdayaan masyarakat. Inovasi produk seperti jamu instan, teh herbal celup, minuman serbuk kelor, atau *cookies* herbal tidak hanya memperluas pilihan konsumen terhadap produk sehat, tetapi juga membuka peluang wirausaha berbasis komunitas (Wiliyani *et al.,* 2025).

Pemanfaatan bahan herbal lokal juga mendukung prinsip pangan berkelanjutan karena menggunakan sumber daya yang mudah diperoleh, ramah lingkungan, dan bernilai tambah tinggi. Dengan demikian, edukasi gizi yang menggabungkan aspek herbal dan pangan lokal tidak hanya memperkuat ketahanan gizi keluarga, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan ekonomi lokal dan pelestarian budaya makan sehat masyarakat Indonesia.

C. Kreasi Pangan Lokal

Selain sebagai obat dan pelengkap masakan, TOGA dapat diolah menjadi berbagai kreasi pangan lokal. Upaya ini sangat penting untuk mendukung diversifikasi pangan sekaligus meningkatkan minat konsumsi masyarakat terhadap tanaman herbal. Berikut adalah contoh minuman dan makanan dengan memanfaatkan herbal lokal.

1. Produk Minuman



Golden Milk/Turmerc Latte

Bahan

a. 250 ml susu UHT plain atau susu almond
b. 1 sdt kunyit bubuk
c. ¼ sdt lada hitam bubuk
d. 1 ruas jahe geprek
e. 1 sdm madu

Cara membuat

a. Siapkan bahan.
b. Campurkan kunyit bubuk, kayu manis bubuk dan lada hitam bubuk.
c. Panaskan susu dengan api kecil hingga mulai mendidih.

d. Tambahkan jahe geprek, campuran kunyit kayu manis, dan lada hitam.
e. Setelah mendidih kembali, matikan kompor. Biarkan agak hangat. Tambahkan madu, aduk rata lalu saring.
f. Bisa disajikan hangat atau dingin (ditambahkan es).

2. Produk Makanan



Ginger Cookies
(http://www.justtryandtaste.com/2010/11/ginger-cookies-alias-kue-jahe-berempah.html)

Bahan

a. 280 g tepung terigu serbaguna atau protein sedang
b. 165 g margarin/mentega, suhu ruang
c. 100 g gula palem bubuk
d. 100 g gula pasir
e. 1 buah telur, suhu ruang
f. 1 sdt air
g. 2 sdt jahe segar parut
h. 1 sdt baking powder
i. ¾ sdt kayu manis bubuk
j. ½ sdt cengkeh bubuk
k. ¼ sdt garam
l. 2 sdt gula pasir untuk taburan

Cara membuat

a. Panaskan oven suhu 175°C.
b. Siapkan Loyang, alasi dengan kertas kue atau baking sheet, sishkan.
c. Di mangkuk besar aduk satu bahan-bahan kering (tepung terigu, kayu manis bubuk, cengkeh, garam, baking powder) hingga tercantum rata.
d. Di mangkuk mixer, kocok margarin/mentega dan gula halus hingga warnanya menjadi terang dan lembut.
e. Masukkan telur, kocok hingga tercampur rata, masukkan air dan jahe, kocok hingga rata. Matikan mixer.
f. Secara perlahan dan bertahap masukkan campuran tepung terigu, aduk dengan spatula hingga rata.
g. Bentuk adonan menjadi bola-bola (ukuran 1 sdm).
h. Letakkan dalam kertas kue kemudian adonan sedikit ditekan agar permukaannya agak rata, kemudian taburi dengan gula pasir pada permukaannya.
i. Beri jarak antar kue.
j. Panggang selama 8 – 10 menit.
k. Keluarkan dari oven, biarkan dingin sempurna di rak kawat.
l. Masukkan dalam toples tertutup.



Omelet Daun Kelor

Bahan

a. 50 g daun kelor muda
b. 4 butir telur ayam
c. ½ sdt merica bubuk
d. 1 sdm kaldu jamur
e. ½ sdt garam
f. 50 g keju cheddar parut

Cara membuat

a. Cuci bersih daun kelor lalu tiriskan hingga airnya kering.
b. Iris halus daun kelor dan sisihkan.
c. Pecahkan telur, masukkan dalam wadah, tambahkan merica, kaldu jamur, garam dan merica.
d. Kocok hingga tercampur rata.
e. Tambahkan keju cheddar parut, aduk hingga rata.
f. Panaskan wajan anti lengket, beri sedikit minyak.
g. Tuangkan telur kocok dan alirkan hingga menutupi permukaan wajan, kecilkan api.
h. Taburkan irisan daun kelor ke permukaan dadar.
i. Setelah pinggir dan permukaannya membeku, gulung dadar sambil padatkan hingga menyatu.
j. Angkat lalu potong-potong melintang dan sajikan hangat.

Dengan kreativitas dan inovasi, TOGA dapat menjadi bagian dari gaya hidup sehat sekaligus mendukung ketahanan pangan nasional.

Daftar Pustaka

Anyaoku, I. C., Igwilo, I. O., Ezekwesili, C. N. (2023). Nutritional Profile and Health Promoting Properties of Curcuma Longa (Linn) (Tumeric). *International Journal of Research Publication and Reviews*, *4*(11), 2731-2740

Aregawi, L. G., Zoltan, C. (2025). Ginger's Nutritional Implication on Gastrointestinal Health. *Clinical Nutrition Open Science, 61*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.nutos.2025.02.008

El-Saadony, M. T., Yang, T., Korma, S. A., Sitohy, M., Abd El-Mageed, T.A., et al. (2023). Impacts of Turmeric and Its Principal Bioactive Curcumin on Human Health: Pharmaceutical, Medicinal, and Food Applications: A Comprehensive Review. *Front Nutr. 10*(9). doi: 10.3389/fnut.2022.1040259.

Endang. (2010, November 20). *Resep Kue Jahe*. Retrieved Oktober 2020 from http://www.justtryandtaste.com/2010/11/ginger-cookies-alias-kue-jahe-berempah.html

González-Burgos, E., Ureña-Vacas, I., Sánchez, M., & Gómez-Serranillos, M. P. (2021). Nutritional Value of *Moringa oleifera* Lam. Leaf Powder Extracts and Their Neuroprotective Effects via Antioxidative and Mitochondrial Regulation. *Nutrients, 13*(7), 2203. https://doi.org/10.3390/nu13072203

Kiyama, R. (2020). Nutritional Implications of Ginger: Chemistry, Biological Activities and Signaling Pathways. *Journal of Nutritional Biochemistry, 86*. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108486

Mahbub, K., Mahfur, Indriono, A., Ardianto, H., Sona, S., Kurniawan, A. (2024). Pemanfaatan Potensi Jahe Menjadi Jamu Instan Berbasis Home Industri. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarkat Nusantara (JPkMN), 5*(2). http://doi.org/10.55338/jpkmn.v5i2.3420

Mindarti, S., & Nurbaeti, B. (2015). *Buku Saku Tanaman Obat Keluarga (TOGA)*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat. Bandung: Kementerian Pertanian.

Moulick, S. P., Jahan, F., Islam, B., Al Bashera, M., Hasan, S., et al. (2023). Nutritional Characteristics and Antiradical Activity of Turmeric (Curcuma longa L.), Beetroot (Beta vulgaris L.), and Carrot (Daucus carota L.) Grown in Bangladesh. *Heliyon, 9*. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21495

Odilia, W.S. (2023, Mei 3). *3 Resep Sayur Daun Kelor yang Segar dan Sederhana Bumbunya*. Retrieved Oktober 2020 from https://

food.detik.com/sayur/d-6699561/3-resep-sayur-daun-kelor-yang-segar-dan-sederhana-bumbunya

Robinson, J., Yang, G., Lashley IV, W., Minor, R. C. (2025). Mineral Nutrient Analysis of Ginger (Zingiber officinale Rosc.) Cultivars Grown Under Different Conditions. *Journal of Biotech Research, 20*, 130-142

Sinuhaji, F., Gunarmi, Ananti, Y. (2025). Education on the Use of Family Medicinal Plants (TOGA) to Improve Maternal and Child Health in Sukaraja Village. *J. Abdimas: Community Health, 6*(1), 1-6. DOI: doi.org/10.30590/jach.v6n1.906

Sultana, S. (2020). Nutritional and Functional Properties of Moringa oleifera. *Metabolism Open, 8*, doi: 10.1016/j.metop.2020.100061

Tans, E. (2025). *Golden Milk/Turmerc Latte*. Retrived Oktober 20, 2025 from https://cookpad.com/id/resep/16400059

Wiliyani, S., Maryanti, S., Dayani, R., Rahayu, N., Dewi, S. M. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Sumber Pangan Lokal sebagai Produk Inovatif Bernilai Tambah di Desa Batu Mekar. *Jurnal Pepadu, 6*(3). https://doi.org/10.29303/pepadu.v6i3.8043

BAB 5

Ramuan Herbal dan Formulasi Tanaman Obat Keluarga (TOGA)

Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs.

A. Pendahuluan

Tanaman Obat Keluarga (TOGA) adalah kelompok tanaman yang dipilih karena memiliki khasiat obat serta mudah dalam hal perawatan dengan biaya yang terjangkau. TOGA berfungsi sebagai alternatif pengobatan bagi keluarga yang tergolong aman, karena umumnya tidak menimbulkan efek samping, serta dapat diolah dan digunakan dengan sederhana sebagai pertolongan awal terhadap berbagai penyakit ringan (Faridah *et al*., 2023).

Konsep TOGA sejalan dengan prinsip *self-care* dan *back to nature* (Pertiwi *et al*., 2020), yaitu mendorong individu untuk mengenali, merawat, dan menggunakan tanaman obat di lingkungannya sendiri. Selain itu, TOGA juga berperan dalam penguatan ketahanan keluarga di bidang kesehatan, karena dengan memiliki dan memahami fungsi berbagai tanaman obat, masyarakat dapat mengatasi keluhan kesehatan ringan secara cepat, hemat, dan aman. Program pengembangan TOGA juga mendukung kebijakan pemerintah dalam pemanfaatan obat tradisional yang terstandar serta upaya saintifikasi jamu, yang menekankan bukti ilmiah terhadap efektivitas dan keamanan bahan herbal. Dengan memanfaatkan ramuan tersebut diharapkan keluhan awal dapat ditangani dengan jamu, sehingga tidak menjadi berkepanjangan (Dwi Kusumaningrum *et al*., 2022).

B. Klasifikasi Bentuk Ramuan Herbal Tanaman Obat Keluarga (TOGA)

Ramuan herbal TOGA dapat disiapkan dalam beragam bentuk, baik tradisional maupun modern, sesuai dengan tujuan penggunaan, jenis tanaman obat, serta metode pengolahannya. Dalam tradisi masyarakat Indonesia, dikenal beberapa bentuk ramuan, antara lain infusa, dekokta,minyak gosok, yang masing-masing memiliki cara pembuatan dan penggunaan yang khas. Variasi bentuk sediaan ini tidak hanya memengaruhi efektivitas kandungan bioaktif, tetapi juga berperan dalam kenyamanan dan penerimaan oleh pengguna.

1. Infusa

   Infusa merupakan sediaan cair yang diperoleh dengan cara mengekstraksi simplisia tanaman menggunakan air panas pada suhu sekitar 90°C selama kurang lebih 15 menit (Ilyas *et al*., 2024).

2. Dekokta

   Dekokta adalah sediaan cair yang dihasilkan dengan mengekstraksi simplisia tanaman menggunakan air panas pada suhu sekitar 90°C, namun dengan waktu ekstraksi yang lebih lama, yaitu sekitar 30 menit (Khoiriyah & Wahyuni, 2022).

3. Minyak Gosok

   Minyak gosok merupakan sediaan minyak berbahan herbal yang digunakan untuk meredakan gatal-gatal, pegal-pegal, hingga nyeri akibat rematik. Penggunaannya memberikan sensasi hangat pada tubuh yang menimbulkan rasa nyaman dan menyegarkan (Tandi *et al*., 2023).

4. Sirup

   Sirup merupakan produk olahan yang dibuat dengan menambahkan gula dalam jumlah tertentu untuk memperpanjang masa simpannya. Dalam konteks herbal, sirup sering diformulasikan dengan ekstrak tanaman obat atau bahan alami lainnya agar tidak hanya berfungsi sebagai minuman

manis, tetapi juga memiliki manfaat kesehatan sesuai dengan kandungan herbal yang digunakan (Ferdiansyah *et al.*, 2018).

5. Kapsul

   Kapsul merupakan bentuk sediaan obat tradisional yang dikemas dalam cangkang keras maupun lunak, berisi bahan aktif yang berasal dari sediaan galenik, baik dengan maupun tanpa penambahan bahan lain (Ari Kurniarum & Rizky Ayu Novitasari, 2016).

6. Pil

   Pil merupakan sediaan padat obat tradisional yang berbentuk bulat, dibuat dari bahan berupa serbuk simplisia, sediaan galenik, atau kombinasi keduanya (Ari Kurniarum & Rizky Ayu Novitasari, 2016).

7. Serbuk

   Serbuk merupakan bentuk sediaan obat tradisional yang terdiri atas butiran halus dan seragam, dibuat dari bahan berupa simplisia, sediaan galenik, atau campuran keduanya (Ari Kurniarum & Rizky Ayu Novitasari, 2016).

Dengan demikian, klasifikasi bentuk ramuan herbal TOGA mencerminkan evolusi dari pengobatan tradisional berbasis pengalaman empiris menuju formulasi yang lebih ilmiah. Pemahaman terhadap bentuk dan cara pembuatan sediaan herbal sangat penting, terutama bagi mahasiswa farmasi, tenaga kesehatan, dan masyarakat umum yang ingin mengembangkan atau memanfaatkan tanaman obat secara aman, efektif, dan berdaya guna tinggi.

C. Contoh Ramuan TOGA Populer

a. Ramuan Penambah Daya Tahan Tubuh

Komposisi

- Jahe 1 ruas
- Daun pegagan 1 jumput
- Temulawak 1 ruas

- Gula merah secukupnya
- Air 1½ gelas

Cara Pembuatan

Jahe dan temulawak dimemarkan, daun pegagan dan gula merah dipotong kecil-kecil. Semua bahan dicampur dan direbus di dalam air mendidih selama 10-15 menit dengan api kecil.

Cara Penggunaan

Diminum 2x sehari sebanyak 1 gelas (Kemenkes RI, 2015).

b. Ramuan Antikolesterol

Komposisi

- Daun asam 30 gram
- Daun salam 7 lembar
- Daun murbai secukupnya
- Daun sambung nyawa 5 lembar
- Seledri 20 gram
- Air 600 mL (3 gelas)

Cara Pembuatan

Semua bahan dicuci bersih, lalu diiris tipis-tipis, kemudian semua bahan direbus dengan 3 gelas air hingga air rebusan tersisa 1 gelas.

Cara Penggunaan

Diminum pagi dan sore hari, sekali minum ¾ gelas selama 7 hari berturut-turut (Bebet & Mindarti, 2015).

c. Ramuan untuk Kesehatan Wanita (Antinyeri Haid)

Komposisi

- Temulawak 3 iris
- Biji kedawung 8 butir
- Daun sembung 1/3 genggam

- Asam jawa secukupnya
- Gula aren secukupnya
- Air 600 mL (3 gelas)

Cara Pembuatan

Didihkan air, masukkan biji kedawung yang telah dimemarkan, setelah 5 menit masukkan temulawak, asam jawa dan daun sembung. Rebus selama 10 menit, masukkan gula aren saat rebusan akan diangkat.

Cara Penggunaan

Diminum 2x sehari selama nyeri haid (Kemenkes RI, 2015).

d. Ramuan untuk Batuk dan Radang Tenggorokan

Komposisi

- Jahe 3 ruas
- Sereh 3 batang (ukuran ibu jari)
- Gula merah/jawa secukupnya
- Air 600 mL (3 gelas)

Cara Pembuatan

Rebus semua bahan lalu direbus hingga mendidih dan air menjadi setengahnya.

Cara Penggunaan

Diminum 3x sehari pada pagi, siang dan malam hari (Bebet & Mindarti, 2015).

e. Ramuan Antioksidan dan Anti-Aging

Komposisi

- Kunyit 2 ruas
- Jahe 2 ruas
- Sereh 2 batang

- Daun pandan secukupnya
- 2 sendok makan madu
- Sedikit gula dan garam

Cara Pembuatan

Cuci bersih semua bahan, lalu geprek jahe dan sereh agar aromanya lebih keluar. Rebus kunyit, jahe, sereh, dan daun pandan dengan 1 liter air dengan api kecil hingga air berkurang menjadi sekitar 500 mL. Saring air rebusan, lalu diamkan sebentar hingga hangat. Tambahkan madu, sedikit gula, dan garam. Aduk rata dan sajikan hangat atau dingin sesuai selera.

Cara Penggunaan

Diminum 1x sehari sebanyak 1 gelas.

f. Ramuan untuk Diare

Komposisi

- Kunyit 1-2 ruas
- Gambir secukupnya
- Kapur sirih secukupnya
- Air 400 mL (2 gelas)

Cara Pembuatan

Rebus semua bahan dengan dua gelas air hingga tersisa 1 gelas. Saring air rebusan setelah mendidih, lalu diminum.

Cara Penggunaan

Diminum 2x sehari sebanyak 1 gelas (Budi *et al*., 2022).

Daftar Pustaka

Ari Kurniarum, & Rizky Ayu Novitasari. (2016). Penggunaan Tanaman Obat Tradisional untuk Meningkatkan Nafsu Makan pada Balita. *Jurnal Kebidanan dan Kesehatan Tradisional*, *1*.

Bebet, N., & Mindarti, S. (2015). Buku Saku Tanaman Obat Keluarga (TOGA). *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat*, *1–24*(09), 52–54.

Budi, Y. P., Fazriah, P. D. N., Fendina, T. A. M., Harsono, S. A., Kartika, D. A., Mayliant, R., Meidina, T., Prasetya, T., & S., M. R. A.-F. P. (2022). *Booklet Tanaman Obat Keluarga (TOGA).Pdf* (P. 44).

Dwi Kusumaningrum, I., Setyowati, S., Rahmawati, S., & Sigit Purnomo, P. (2022). Pelatihan Pembuatan Ramuan Jamu Saintifik di Desa Wisata Kaki Langit. *Jurnal Peduli Masyaraka*, *4*(October 2021), 73–80.

Faridah, F., Junaidi, A. S., & Hadi, P. (2023). Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) sebagai Alternatif Pengobatan Mandiri Nyeri Sendi. *Jurnal Abdimas Kesehatan (JAK)*, *5*(3), 611. Https://Doi.Org/10.36565/Jak.V5i3.607

Ferdiansyah, M. K., Supriyadi, B., Affandi, A. R., & Muflihati, I. (2018). Sirup, Herbal, Instant, Pengabdian, Pelatihan. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, *2*(1), 15–20.

Ilyas, M., Rusli, N., Apriyanto, Rasak, A., Jabbar, A., Nasrudin, Halik, Mubarak, Nurhikma, & Sulsiah. (2024). Penyuluhan Pembuatan Infusa Tanaman Obat di Desa Puso Jaya Kecamatan Konda Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Abdi dan Dedikasi Kepada Masyarakat Indonesia*, *2*(1), 20–30.

Kemenkes RI. (2015). Buku Saku I Petunjuk Praktis Toga dan Akupresure. In *Kemenkes RI*.

Khoiriyah, Y. N., & Wahyuni, S. (2022). Aplikasi Dekokta Daun Salam dalam Penghambatan Candidiasis Eritematosa pada Pengguna Gigi Tiruan Lepasan Akrilik Application of Bay Leaf Decoction in the Inhibition of Erythematous Candidiasis on users of Acrylic Loose Dentures. *Jurnal Kesehatan Volume 13, Nomor 3*, *13*, 530–537.

Pertiwi, R., Notriawan, D., & Wibowo, R. H. (2020). Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) Meningkatkan Imunitas Tubuh sebagai Pencegahan COVID-19. *Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah*

Pengembangan dan Penerapan IPTEKS, *18*(2), 110–118. Https://Doi.Org/10.33369/Dr.V18i2.12665

Tandi, J., Astuti, D. Q., & Pasang, S. B. (2023). Pembuatan Minyak Gosok Herbal di Desa Sopu Kecamatan Nokilalaki Kabupaten Sigi. *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, *3*(5), 655–661. Https://Doi.Org/10.59395/Altifani.V3i5.466

BIODATA PENULIS

Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs.



Apt. Ernie Halimatushadyah, M.Farm., C.Herbs lahir di Jakarta, 23 April 1993. Telah menyelesaikan studi S1 Farmasi di Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka. Ia tercatat sebagai lulusan apoteker dan lulusan terbaik magister farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pernah menjabat sebagai Ketua Program Studi S1 Farmasi Universitas Binawan, Jakarta dan saat ini sebagai Wakil Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan dan Tekonologi dan merupakan dosen aktif dari Prodi Sarjana Farmasi Universitas Binawan. Prestasi yang didapatkan baik secara internal maupun eksternal di antaranya, telah berhasil meraih hibah penelitian dan pengabdian masyarakat. Hingga kini penulis aktif melakukan berbagai pelatihan guna meningkatkan kompetensi yang dimiliki, penelitian, pengabdian masyarakat, dan publikasi ilmiah.

Agnes Yuliana, M.Si.



Penulis lahir di Jakarta tanggal 07 Juli 1989. Penulis adalah dosen pada Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi, Universitas Binawan. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Biologi. Fakultas Biologi Universitas Nasional di tahun 2012. Setahun kemudian melanjutkan S2 pada Program Studi Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor dan berhasil memperoleh gelar magister di tahun 2016. Penulis menekuni bidang botani, biologi molekuler dan mikrobiologi dan mengajar mata kuliah biologi sel dan molekuler, mikrobiologi farmasi, botani

farmasi, dan bioteknologi. Peneliti menekuni bidang penelitian biologi farmasi dan telah melahirkan beberapa publikasi ilmiah di bidang biologi farmasi.

Syafrima Wahyu, M.Si.



Syafrima Wahyu, M.Si., lahir di Jakarta, 13 Oktober 1991. Penulis merupakan dosen Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyelesaikan pendidikan SMA di SMAN 78 Jakarta tahun 2009, kemudian menyelesaikan S1 di Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta Tahun 2014, dan menyelesaikan S2 Ilmu Fisika di Universitas Indonesia tahun 2017. Saat ini penulis mengajar sebagai dosen tetap di program studi Fisika Universitas Negeri Jakarta, serta dosen luar biasa di di Teknik Fisika Universitas Multimedia Nusantara (2020–sekarang). Penulis merupakan salah satu bagian dari Tim Pembina OSN IPA Provinsi DKI Jakarta (2017–sekarang) Tingkat SMP di subbidang Fisika. Penulis juga aktif dalam menulis artikel baik artikel nasional bereputasi, maupun internasional bereputasi. Pada tahun 2024 penulis bersama tim menerbitkan buku berjudul "*Pengenalan Dinamika Pemanasan Global*". Penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian masyarakat dengan fokus pada penerapan energi terbarukan (PLTS) sebagai sumber alternatif dalam pertanian modern dan pada penerapan sistem kendali berbasis IoT. Produk luaran yang dihasilkan penulis bersama masyarakat yaitu telah terbangun 3 media budi daya tanaman *greenhouse* dengan sistem terkontrol dan monitoring IoT serta terdapat juga yang bertenaga surya.

Dr. Ratnayani, S.P., M.Biomed.



Penulis lahir di Cianjur tanggal 11 Mei 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi, Universitas Binawan. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga, IPB, melanjutkan S2 di Ilmu Biomedik, FKUI, dan meraih gelar Doktor Ilmu Gizi di FKUI. Penulis menekuni bidang gizi masyarakat, pangan, *gut microbiota*, biokimia dan biologi molekuler. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: ratnayani1105@binawan.ac.id