



Universitas Pembangunan
Nasional "Veteran"
Yogyakarta

POTENSI SISTEM TANAM VERTIKAL DI LAHAN PEKARANGAN



Bambang Supriyanta
Dwi Aulia Puspitaningrum
Ali Hasyim Al Rosyid

**POTENSI SISTEM TANAM VERTIKAL
DI LAHAN PEKARANGAN**

Bambang Supriyanta
Dwi Aulia Puspitaningrum
Ali Hasyim Al Rosyid

Penerbit
LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta
2021

POTENSI SISTEM TANAM VERTIKAL DI LAHAN PEKARANGAN

Penulis :

Bambang Supriyanta

Dwi Aulia Puspitaningrum

Ali Hasyim Al Rosyid

Edisi Asli

Hak Cipta © 2021, pada penulis

Desain Sampul, Setting dan layout : Yessy Noven Agustina

1 jil., 58 halaman, 15,5 x 23 cm

Cetakan pertama, 2021

ISBN 978-623-5539-65-2

Diterbitkan pertama kali dalam Bahasa Indonesia oleh

LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta, 55283

Telp. (0274) 486188, 486733, Fax. (0274) 486400

Email : lppm@upnyk.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa seizin tertulis dari Penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Subhanu Wata'ala, yang telah memberikan karunia dan Rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan pembuatan buku ini. Buku ini disusun berdasarkan kajian pustaka dan hasil penelitian dan pengabdian pada sistem tanam vertikal di lahan pekarangan sejak tahun 2018. Buku ini diharapkan dapat memperkaya khasanah bagi masyarakat, petani, mahasiswa, peneliti dan pengabdian. Selain itu menambah wawasan dan pengetahuan tentang sistem tanam vertikal yang cocok diterapkan di lahan pekarangan yang umumnya sempit. Dengan diketahuinya pertanian yang tepat akan meningkatkan produksi dalam pemanfaatan lahan pekarangan yang selama ini belum banyak dimanfaatkan. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN "Veteran" Yogyakarta melalui dana Hibah Internal Pengabdian Masyarakat (PbM) 2021, atas bantuan yang telah diberikan sehingga penulisan buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis sangat mengharapkan kritik, dan saran untuk perbaikan buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, November 2021

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN	1
MODEL SISTEM TANAM VERTIKAL	3
A. Sistem media substrat	3
B. Hidroponik	3
C. Aquaponik	7
BUDIDAYA SAYURAN	9
A. Persemaian / Pembibitan	9
B. Persiapan Media Tanaman	12
C. Penanaman	13
D. Pemeliharaan	14
E. Panen	18
F. Pasca Panen	19
G. Analisis usaha tani	26
PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI	34
A. Sistem otomatisasi	34
B. Mengenal teknologi Sensor	36
C. Meracik nutrisi	43
D. Sistem Fertigasi	45
E. Menghitung Efisiensi	46
PEKARANGAN	48
A. Type pekarangan	48

B. Model pekarangan	50
C. Potensi Pekarangan	51
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1	Hidroponik.....	6
Gambar	2	Aquaponik	8
Gambar	3	Aquaponik dengan Sistem DFT.....	9
Gambar	4	Penanaman di Media Tnam Plater Bag	13
Gambar	5	Panen dengan Cara di Cabut	18
Gambar	6	(a) Tanaman Sayuran dalam Botol Bekas/Pot, (b) Tanaman Sayuran dalam Wadah Cap, (c) Tanaman Dayuran dalam Polybag.....	28
Gambar	7	Olahan dari Bahan Dasar Sayuran	29
Gambar	8	Perangkat Sensor Kelembapan Tanah.....	36
Gambar	9	Perangkat Sensor Kelembapan dan Suhu- Udara	37
Gambar	10	Perangkat <i>Relay Control</i>	38
Gambar	11	Katup Solenoid	38
Gambar	12	Perangkat Sensor Aliran Air.....	39
Gambar	13	NodeMCU ESP8266	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Rata-Rata Konsumsi Sayur Perorang Seminggu	27
Tabel 2	Analisis Usahatani Sayuran Per Petani	31
Tabel 3	Analisis Usahatani Sayuran Ha Per Tahun	32

PENDAHULUAN

Sistem tanam vertikal merupakan salah satu sistem yang bertujuan untuk memanfaatkan lahan yang sempit secara optimal. Dengan sistem ini jumlah populasi tanaman yang dibudidayakan lebih banyak. Kelebihan yang diperoleh pada sistem tanam ini antara lain efisiensi dalam penggunaan lahan, penghematan pemakaian pupuk dan pestisida, dapat dipindahkan dengan mudah karena tanaman diletakkan dalam wadah tertentu dan mudah dalam hal monitoring/pemeliharaan tanaman. Sistem budidaya tanaman yang dilakukan secara vertikal atau bertingkat dapat dilakukan di dalam ruangan maupun luar ruangan. Sistem budidaya tanaman secara vertikal atau bertingkat ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas, dengan memanfaatkan lahan pekarangan.

Pemanfaatan lahan pekarangan dengan baik akan memberikan peluang bagi masyarakat untuk bisa mencukupi kebutuhan pangan dengan lebih baik. Disamping itu jika diikuti dengan pengelolaan yang lebih baik maka akan berpotensi untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Sistem tanam vertikal tidak hanya sebagai sumber pangan tetapi juga menciptakan suasana alami yang menyenangkan. Model, bahan, ukuran, wadah yang dapat digunakan sangat banyak, tinggal disesuaikan dengan kondisi

dan keinginan. Pada umumnya adalah berbentuk persegi panjang, segi tiga, atau dibentuk mirip anak tangga, dengan beberapa undak-undakan atau sejumlah rak. Bahan dapat berupa bambu atau pipa paralon, kaleng bekas, bahkan lembaran karung beras pun bisa, karena salah satu filosofi dari vertikultur adalah memanfaatkan benda-benda bekas di sekitar kita. Persyaratan vertikultur adalah kuat dan mudah dipindah-pindahkan. Tanaman yang akan ditanam sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan memiliki nilai ekonomis tinggi, berumur pendek, dan berakar pendek

MODEL SISTEM TANAM VERTIKAL

A. Sistem media substrat

Sistem tanam dengan media substrat adalah sistem budidaya vertikal dengan menggunakan media padat. Media yang dapat digunakan adalah campuran tanah, kokopit, arang sekam, serbuk gergaji dan pupuk kandang.

B. Hidroponik

Budidaya tanaman tanpa media tanah atau hidroponik dapat dimulai dengan sukses dan dianggap sebagai pilihan alternatif untuk membudidayakan tanaman pangan dan tanaman hortikultura yang sehat (Butler dan Oebker, 2006). Teknik hidroponik ini mendapatkan popularitas karena pengelolaan sumber daya dan produksi pangan yang efisien. Sebagian besar sistem hidroponik beroperasi secara otomatis untuk mengontrol jumlah air, nutrisi dan fotoperiode berdasarkan kebutuhan tanaman yang berbeda-beda (Resh, 2013).

Hidroponik mampu memberikan kondisi ideal bagi perkembangan tanaman, sehingga bisa diperoleh hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertanian lapangan terbuka. Hidroponik atau budidaya tanaman tanpa tanah memiliki keunggulan yaitu dapat mengendalikan penyakit dan gangguan

yang ditularkan melalui tanah terutama di daerah tropis. Siklus hidup dari makhluk hidup ini berlangsung terus-menerus, sehingga apabila tidak dicegah bisa menimbulkan bahaya invasi (Nalwade dan Mote, 2017). Selain itu, tanaman membutuhkan waktu tanam yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di lapangan. Pertumbuhan tanaman lebih cepat karena tidak ada halangan mekanis pada akar dan seluruh nutrisi tersedia untuk tanaman. Teknik ini sangat berguna untuk area yang terdapat tekanan lingkungan baik dingin, atau panas (Polycarpou *et al.*, 2005). Tanaman dalam sistem hidroponik tidak terpengaruh oleh perubahan iklim sehingga dapat dibudidayakan sepanjang tahun dan dianggap sebagai *off-season* (Manzocco *et al.*, 2011). Namun, sistem hidroponik ini membutuhkan biaya investasi diawal yang mahal. Selain itu, operator harus terlatih dan terampil dalam mengoperasikan sistem yang diterapkan; mampu menganalisa kondisi tanaman; serta prinsip-prinsip nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Jones, 2014).

Hidroponik merupakan salah satu metode budidaya tanaman yang menggunakan media tanpa tanah. Media pertumbuhan tanaman secara hidroponik ini terbagi menjadi dua yaitu bahan anorganik seperti pasir; kerikil; *perlite*; *rockwool* dan bahan organik seperti serbuk gergaji bakar; kulit kayu pinus;

arang sekam; sabut kelapa. Media tanam secara berkala akan difertigasi dengan larutan nutrisi. Pengaturan ini bertujuan untuk menyediakan setiap komponen nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Jones, 2014).

Sistem hidroponik bisa menggunakan larutan nutrisi maupun substrat. Sistem substrat merupakan salah satu teknik budidaya tanaman secara hidroponik dengan menggunakan media tanam yang memiliki formulasi padatan. Adapun kriteria media tanam yang digunakan dalam sistem hidroponik substrat yaitu memiliki kapasitas memegang air dan udara yang baik, mudah meloloskan kelebihan air, dan terbebas dari kontaminan. Media tanam yang sering digunakan berupa arang sekam, *cocopeat*, dan media jenis lainnya. *Cocopeat* memiliki kapasitas tukar kation dan porositas total yang tinggi, sehingga mampu menyerap dan mempertahankan unsur hara (Indrawati *et al.*, 2012). Selain itu, *cocopeat* memiliki kandungan unsur hara nitrogen yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman. Prameswari *et al.*, (2014), menyatakan bahwa nitrogen memiliki fungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Hayati (2012), menambahkan bahwa nitrogen dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan batang dan berperan pada fase vegetatif tanaman, yaitu saat pembentukan tunas dan perkembangan organ vegetatif tanaman.

Umumnya budidaya tanaman melon secara hidroponik dilakukan dengan menggunakan sistem substrat. Metode substrat ini merupakan salah satu jenis metode hidroponik yang paling sederhana karena dalam proses budidayanya menggunakan media tanam yang murah dan sangat mudah diaplikasikan ke tanaman. Pemberian larutan nutrisi ke tanaman dapat dilakukan melalui irigasi tetes dengan frekuensi interval sebanyak 3-5 kali per hari. Hal ini tidak berlaku mutlak, namun perlu disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, macam media tumbuh, cuaca, ataupun kondisi lingkungan tumbuh pada sistem hidroponik (Rosliani dan Sumarni, 2005).



Gambar 1. Hidroponik

C. Aquaponik

Aquaponik merupakan salah satu sistem pertanian yang memadukan budidaya perikanan dan budidaya tanaman khususnya sayuran tanpa media tanah (hidroponik). Sistem ini banyak digunakan masyarakat perkotaan dan juga masyarakat desa yang memanfaatkan lahan pekarangan untuk mendapatkan dua manfaat sekaligus. Budidaya dengan aquaponic ini mempunyai keuntungan pada penghematan lahan. Dengan memilih beraquaponik, maka kita akan dapat memanen 2 hasil sekaligus dalam satu waktu yaitu ikan dan sayuran segar.

Dalam sistem aquaponik, suplay nutrisi berasal dari kotoran ikan yang dipelihara dalam kolam. Teknik ini memungkinkan siklus Nitrogen terjadi, dimana kolam ikan akan menghasilkan kandungan amoniak yang tinggi, pompa pada sistem akan mengalirkan amoniak pada tanaman dan bakteri akan mengubah amoniak menjadi Nitrogen yang baik untuk tanaman. Sayuran akan mengekstrak nitrogen dari air, membuat air tersebut aman untuk dikembalikan kembali ke dalam kolam. Siklus ini terjadi berulang, dimana ikan yang menyediakan nutrisi dasar untuk bakteri, bakteri yang akan menyediakan nutrisi untuk tanaman, dan tanaman bertindak sebagai biofilter agar air kembali ke kolam ikan dengan bersih. Bertani dengan sistem aquaponik ini perlu disiapkan pakan ikan

dan benih sayuran. Hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya secara aquaponik adalah kecukupan nutrisi dengan kebutuhan tanaman. Jumlah ikan per satuan volume kolam harus disesuaikan dengan jumlah tanaman yang ditanam. Semakin banyak populasi tanaman yang dibudidayakan membutuhkan kepadatan ikan dalam kolam semakin besar.

Tanaman yang dapat tumbuh secara aquaponik adalah tanaman sayuran seperti ; kangkung, sawi, selada dan sayuran daun lainnya. Sedangkan jenis ikan yang cocok dengan sistem aquaponik ini adalah ikan lele, patin dan nila.



<http://hidroponikdasar.blogspot.com/>

Gambar 2. Aquaponik



<https://abahtani.com/cara-membuat-aquaponik/>

Gambar 3. Aquaponik dengan Sistem DFT

BUDIDAYA SAYURAN

A. Persemaian / Pembibitan

Pembibitan merupakan kegiatan hasil dari benih yang ditanam pada media tanam. Pada Tanaman hortikultura contohnya tanaman sayuran, tidak semua tanaman sayuran tersebut dapat ditanam menggunakan benih di lapangan. Hal ini disebabkan oleh faktor iklim serta kultur teknis yang tidak mendukung bagi pertumbuhan tanaman. Pembibitan tersebut dapat dilakukan dengan penyemaian dalam bak persemaian maupun nampan pembibitan (Chan, 2021).

Pembibitan dapat berhasil jika menggunakan benih dan bahan tanaman yang baik, hal ini merupakan langkah awal untuk keberhasilan produksi, karena kondisi benih dalam keadaan sehat dapat memperkuat pertumbuhan bibit dan produksi di lapangan. Benih merupakan biji yang digunakan untuk memperbanyak tanaman. Benih bermutu yaitu benih yang memiliki keunggulan secara fisik, fisiologis, dan genetik. Mutu fisik yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat fisik seperti ukuran benih, keutuhan, kondisi kulit, kerusakan kulit benih akibat serangan hama dan penyakit atau proses mekanis. Mutu fisiologis yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat fisiologis seperti daya kecambah, daya simpan, viabilitas. Mutu genetik

yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat yang diturunkan oleh induk kepada anaknya (Chan, 2021).

Benih tanaman ada beberapa yang membutuhkan perlakuan tertentu sebelum disemai, seperti di rendam dengan air dan ada benih yang dapat langsung disemai atau ditanam di lahan (Susilawati, 2017). Tujuan penyemaian diharapkan agar bibit tanaman seragam dalam hal bentuk maupun umur dapat seragam satu sama lain. Proses persemaian dengan menyiapkan wadah, misalnya nampan plastik atau wadah khusus untuk persemaian yaitu *tray*. Mencampurkan kompos dan arang sekam dengan perbandingan 1:1, aduk hingga merata kemudian masukkan dalam wadah yang telah disiapkan. Menaburkan benih secara merata, kemudian di timbun dengan pasir halus. Penyiraman dilakukan secara rutin, sekali setiap hari menggunakan semprotan/hand sprayer yang berlubang kecil agar air siraman yang keluar tidak terlalu deras (Hidayati *et al.*, 2018). Dua sampai tiga minggu setelah persemaian benih sudah berkecambah dan daunnya menunjukkan daun sejati minimal dua lembar. Idealnya benih yang sudah tumbuh daun berjumlah 4-5 helai sudah layak untuk di pindah tanam.

B. Persiapan Media Tanam

Media tanam adalah tempat tumbuhnya tanaman untuk menunjang perakaran, dari media tanam inilah tanaman menyerap makanan berupa unsur hara melalui akarnya. Media tanam yang digunakan yaitu campuran antara tanah, pupuk kompos, dan sekam dengan perbandingan 1:1:1. Setelah semua bahan tersedia, dilakukan pencampuran hingga merata. Tanah dengan sifat koloidnya memiliki kemampuan untuk mengikat unsur hara, dan melalui air unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman dengan prinsip pertukaran kation. Sekam berfungsi untuk menampung air di dalam tanah sedangkan kompos menjamin tersedianya bahan penting yang akan diuraikan menjadi unsur hara yang diperlukan tanaman. Campuran media tanam dimasukkan ke dalam polybag, pot paralon, atau planter bag yang telah disiapkan (Lukman, 2011).

C. Penanaman



Gambar 4. Penanaman di Media Tanam Planter Bag

Penanaman dilakukan serempak untuk mendapat pertumbuhan tanaman yang seragam. Penanaman dilakukan saat bibit berumur 2-3 minggu setelah semai atau sudah menunjukkan daun sejati minimal dua lembar. Sebelum bibit-bibit ditanam di polybag, paralon, atau planter bag yang telah disediakan untuk sistem tanam vertikultur. Terlebih dahulu menyiramkan air ke dalamnya hingga jenuh, ditandai dengan menetesnya air keluar dari lubang-lubang tanam. Setelah cukup, baru mulai menanam bibit satu demi satu. Semua bagian akar dari setiap bibit harus masuk ke dalam tanah.

D. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan tindakan-tindakan untuk menjaga pertumbuhan tanaman.

1. Penyiraman

Bentuk perawatan sayuran berupa penyiraman secara teratur, tanaman budidaya idealnya harus disiram setiap dua kali sehari saat pagi dan sore, penyiraman dilakukan dari awal sampai panen. Penyiraman tidak boleh terlalu jenuh air, karena untuk jenis tanaman tertentu tidak mengendaki serta tanaman akan bisa busuk dan mati (Nurmawati, 2016).

2. Penyulaman

Penyulaman bibit dilakukan untuk tanaman yang tumbuhnya terlambat atau mati. Penyulaman dilakukan pada umur 5 hari setelah tanam sampai 7 hari setelah tanam. Penyulaman dilakukan agar mendapatkan keseragaman tumbuh tanaman (Yanti *et al.*, 2018).

3. Penyiangan

Penyiangan dilakukan 1 atau 2 minggu setelah penanaman atau disesuaikan dengan kondisi gulma. Penyiangan tanaman dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman. Keberadaan gulma sangat mengganggu pertumbuhan tanaman bahkan selalu berkompetisi memperebutkan nutrisi dengan tanaman. Penyiangan

dilakukan sebelum gulma berbunga atau pembentukan biji, karena biji gulma mudah tersebar. Gulma yang sudah terkumpul dikeluarkan dari area tanaman.

4. Pemupukan

Pemupukan ulang bisa disesuaikan dengan jenis tanaman sayuran-sayuran yang dipelihara. Memberikan pupuk majemuk yang mengandung fosfor untuk sayuran berbuah dan pupuk urea untuk sayuran berdaun (Anita *et al.*, 2018). Pemupukan akan lebih efektif apabila dilaksanakan dengan pemilihan cara, dosis, dan jenis pupuk yang tepat sesuai kondisi tanaman (Prastowo *et al.*, 2013). Sayuran organik menggunakan pupuk susulan dapat berupa POC. Intensitas pemberian POC dilakukan 3-7 hari sekali, pupuk POC dengan dosis 10-100 ml dilarutkan dalam 1 liter air dan disiramkan secara merata pada media tanam. Sayuran non organik pemupukan susulan dapat dilakukan dengan cara melarutkan 1 sendok pupuk NPK atau campuran urea, TSP, dan KCL ke dalam 10 liter air. Pupuk yang sudah dilarutkan disiram ke media tanam secara merata. Pengulangan dapat dilakukan setiap 3-7 hari sekali (Maulana, 2020).

Cara pemupukan antara lain:

- a. *Broadcast* (disebar), pupuk disebar merata ke permukaan tanah.

- b. *Sideband* (disamping tanaman), pupuk diletakan di salah satu sisi atau kedua sisi tanaman dengan jarak masing-masing 5-7,5 cm dari tempat tumbuh tanaman dengan kedalaman 2,5-5 cm dari permukaan tanah. Cara pemupukan *sideband* dilakukan dengan menggunakan tugal.
- c. *In the row* (dalam larikan), pupuk diberikan dalam larikan tanaman.
- d. *Top* atau *side Dressed*, pupuk ditempatkan di atas permukaan tanah sekitar tempat tumbuh tanaman atau di sisi tanaman. Tanah dikorek sedikit agar penempatan pupuk berlangsung dengan baik, kemudian ditutup agar tidak tercuci atau terangkut oleh air.
- e. Dengan cara penyemprotan, hanya dapat dilakukan dengan pupuk yang mudah larut dalam air atau jenis-jenis pupuk daun. Metode ini bertujuan agar unsure-unsur yang terkandung dalam larutan pupuk buatan dapat diisap oleh daun atau batang tanaman.
- f. *Fertigation*, pemupukan melalui irigasi air.

5. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama penyakit lebih mudah dilakukan dalam kegiatan pemanfaatan pekarangan dengan tanaman sayuran. Tanaman dalam pot kemungkinan penularan penyakit melalui akar akan jarang terjadi karena akar dibatasi oleh pot. Pada lahan pekarangan yang sempit dapat mengendalikan hama dan penyakit secara manual sehingga penggunaan bahan kimia dapat dibatasi. Hal ini akan membuat sayuran yang dihasilkan dari pekarangan lebih sehat untuk dikonsumsi (Anita *et al.*, 2013). Pencegahan hama dan penyakit yang perlu diperhatikan adalah sanitasi dan drainase lahan. OPT utama adalah ulat daun kubis (*plutella xylostella*), pengendalian dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan *diadegma semiclausuma* sebagai parasitoid hama *plutella xylostella*. Jika menggunakan pestisida, dapat menggunakan pestisida yang aman dan mudah terurai seperti pestisida nabati dan pestisida bioogi (Sesanti, 2013).

E. Panen



Gambar 5. Panen dengan Cara di Cabut

Hal penting pemanenan yaitu umur panen dan cara panennya, sayuran dapat dipanen setelah berusia 45 hari. Pemanenan dilakukan dengan memetik bagian tanaman yang bisa dikonsumsi, seperti buah, daun, batang, atau bunga (Anita, 2018). Cara panen terdapat 2 macam yaitu mencabut seluruh tanaman beserta akarnya dan dengan cara memotong bagian pangkal batang yang berada di atas tanah. Sebelum dilakukan pemanenan sebaiknya dilihat terlebih dahulu kondisi fisik tanaman seperti warna, bentuk, dan ukuran daun. Tanaman yang baru dipanen di tempatkan pada tempat teduh agar tidak cepat

layu dan dapat dipercikan air agar kesegaran sayuran terjaga (Sesanti, 2013).

F. Pasca Panen

Perlakuan pasca panen harus diperhatikan sehingga kualitas produk tetap terjaga. Tanaman sayuran memiliki kadar air yang tinggi sehingga mudah rusak atau busuk. Menurut Fahroji (2011) penanganan sayuran dilakukan untuk tujuan penyimpanan, transportasi dan pemasaran. Langkah yang harus dilakukan dalam penanganan sayur setelah dipanen meliputi pemilihan (*sorting*), pemisahan berdasarkan ukuran (*sizing*), pemilihan berdasarkan mutu (*grading*), dan pengepakan (*packing*). Namun untuk beberapa komoditi atau jenis sayur tertentu memerlukan tambahan penanganan seperti pencucian, penggunaan bahan kimia, pelapisan (*coating-waxing*), dan pendinginan awal (*pre-cooling*), serta pengikatan (*bunching*), pemotongan bagian-bagian yang tidak penting (*trimming*).

1. Pemilahan (*sorting*)

Setelah pencucian dengan menggunakan air yang diberikan clorin, maka proses selanjutnya adalah pemilahan. Pemilahan terhadap sayur dilakukan untuk memisahkan sayur-sayur yang berbeda tingkat kematangan, berbeda bentuk (*malformation*), dan juga berbeda warna maupun

tanda-tanda lainnya yang merugikan (cacat) seperti luka, lecet, dan adanya infeksi penyakit maupun luka akibat hama.

2. Pemisahan berdasarkan ukuran (*sizing*)

Pengukuran sayur dimaksudkan untuk memilah-milah sayur berdasarkan ukuran, berat atau dimensi terhadap sayur-sayur yang telah dipilih (proses di atas – sorting). Proses pengukuran sayur dapat dilakukan secara manual maupun mekanik.

3. Pemilahan berdasarkan mutu (*grading*)

Tahapan *grading*, sayur-sayur dipilah-pilah berdasarkan tingkatan kualitas pasar (grade). Tingkatan kualitas dimaksud adalah kualitas yang telah ditetapkan sebagai patokan penilaian ataupun ditetapkan sendiri oleh produsen. Pemilihan kualitas sayuran dapat berdasarkan ukuran, bentuk, kondisi, dan tingkat kemasakan. Tahapan ini tentunya sangat penting bagi sayuran yang ditujukan untuk pasar segar. Namun tahapan ini tidak perlu dilakukan jika sayuran ditujukan untuk proses pengolahan.

4. *Trimming, waxing, coating, dan curing*

Trimming diartikan sebagai pemotongan bagian-bagian sayur yang tidak dikehendaki karena mengganggu penampilannya. Bagian yang dipotong tersebut biasanya

perakaran maupun daun-daun tua maupun mengering seperti pada lobak, wortel, bayam, seledri, dan selada. Sedangkan *curing* merupakan tindakan penyembuhan luka pada komoditi panen. Luka dapat disebabkan karena pemotongan maupun luka goresan dan benturan saat panen. *Curing* sering diterapkan pada sayuran seperti bawang-bawangan dan kentang, yaitu dengan cara membiarkan komoditi terkena sinar matahari sejenak setelah panen atau dengan perlakuan pemanasan dengan menggunakan uap secara terkendali.

Waxing atau *coating* merupakan pelapisan permukaan sayuran agar menambah baik penampilannya. Pelapisan dimaksudkan untuk melapisi permukaan sayur dengan bahan yang dapat menekan laju respirasi maupun menekan laju transpirasi sayur selama penyimpanan atau pemasaran. Pelapisan juga bertujuan untuk menambah perlindungan bagi sayur terhadap pengaruh luar. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pelapisan dapat memperpanjang masa simpan dan menjaga produk segar dari kerusakan seperti pada tomat, timun, cabe besar, dan terong. Pelilinan (*waxing*) merupakan salah satu pelapisan pada sayur untuk menambah lapisan lilin alami yang biasanya hilang saat pencucian, dan juga untuk menambah kilap sayur.

Keuntungan lain pelilinan adalah menutup luka yang ada pada permukaan sayuran. Pelilinan atau pelapisan digunakan untuk memperpanjang masa segar komoditi sayur atau memperpanjang daya tahan simpan sayur bilamana fasilitas pendinginan (ruang simpan dingin) tidak tersedia. Namun perlu diingat bahwa tidak semua komoditi sayur memiliki respon yang baik terhadap pelilinan.

Faktor kritis pelilinan sayur adalah tingkat ketebalan lapisan lilin. Terlalu tipis lapisan lilin yang terbentuk di permukaan sayur membuat pelilinan tidak efektif, namun bila pelapisan terlalu tebal akan menyebabkan kebusukan sayur. Beberapa macam lilin yang digunakan dalam upaya memperpanjang masa simpan dan kesegaran sayur adalah lilin tebu (*sugarcane wax*) lilin karnauba (*carnauba wax*), lilin lebah madu (*bees wax*) dan sebagainya. Lilin komersial siap pakai yang dapat dan sering digunakan para produsen sayur adalah lilin dengan nama dagang *Brogdex-Britex Wax*. Salah satu jenis pelapis lainnya yang dikembangkan selain pelapis lilin adalah khitosan, yaitu polisakarida yang berasal dari limbah kulit udang-udangan (*Crustaceae*), kepiting dan rajungan (*Crab*). Teknik aplikasi atau penggunaan lilin atau pelapisan pada sayur dapat dengan menggunakan teknik pencelupan sayur dalam larutan (*dipping*), pembusaan

(*foaming*), penyemprotan (*spraying*), dan pengolesan atau penyikatan (*brushing*). Tentunya jenis sayur yang berbeda memerlukan teknik pelilinan yang berbeda.

5. Pengepakan (*Packing*)

Pengepakan sayur untuk konsumen sering dilakukan dengan membungkus sayur dengan plastik ataupun bahan lain yang kemudian dimasukkan ke dalam wadah (kontainer) yang lebih besar. Bahan pembungkus lainnya dapat berupa bahan pulp maupun kertas. Sayur- sayur dalam wadah disesuaikan dengan kualitas yang diinginkan. Dalam satu wadah dapat terdiri hanya satu sayur atau terdiri dari banyak sayur.

Sayur-sayur tersebut diatur peletakannya secara rapi sehingga kemungkinan berbenturan satu sama lainnya tidak terjadi. Sedangkan bahan wadah yang dapat digunakan dapat berupa kertas karton (dalam berbagai tipe dan jenis), peti kayu, ataupun plastik. Pada sayur yang ditujukan untuk para konsumen, pengepakan sering dilakukan dengan membungkus sayur dengan plastik ataupun bahan lain yang kemudian dimasukkan ke dalam wadah (kontainer) yang lebih besar. Bahan pembungkus lainnya dapat berupa bahan pulp, polyethilen maupun kertas. Kemudian dimasukkan dalam suatu wadah. Dalam satu wadah dapat terdiri hanya

satu sayur atau terdiri dari banyak sayur. Bahan wadah yang digunakan dapat berupa kertas karton (dalam berbagai tipe dan jenis), peti kayu, ataupun plastik.

Faktor penting dalam pengepakan yang perlu diperhatikan adalah bahwa bahan pembungkus setidaknya memiliki permeabilitas terhadap keluar masuknya oksigen dan karbondioksida. Seringkali atmosfer dalam ruang pak yang menggunakan plastik tercapai kestabilan udara yang cukup terkendali. Pada kondisi tersebut biasanya kandungan oksigen rendah sedangkan karbondioksidanya lebih tinggi baik terhadap oksigen maupun udara di luar pak (dos).

Tekanan uap air relative stabil sehingga menguntungkan untuk mempertahankan kualitas sayur dalam simpanan. Bahan pak (dos) luar yang akan menampung beberapa dos berukuran kecil sering disebut sebagai *Master Container*. Bahan dos tersebut dapat berupa karton maupun kayu, yang penting memiliki sifat tahan kerusakan akibat air, gesekan, tumpukan dan tidak goyah, tidak berat.

6. *Pre-cooling*

Usaha menghilangkan panas lapang pada sayur akibat pemanenan di siang hari disebut *pre-cooling* atau pendinginan awal. Seperti diketahui suhu tinggi pada sayur

yang diterima saat pemanenan akan merusak sayur selama penyimpanan sehingga menurunkan kualitas. Makin cepat membuang panas di lapang, makin baik kemungkinan menjaga kualitas komoditi selama disimpan. *Pre-cooling* dimaksudkan untuk memperlambat respirasi, menurunkan kepekaan terhadap serangan mikroba, mengurangi jumlah air yang hilang melalui transpirasi, dan memudahkan pemindahan ke dalam ruang penyimpanan dingin bila sistem ini digunakan. Pendinginan awal dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun umumnya dengan prinsip yang sama, yaitu memindahkan dengan cepat panas dari komoditi ke suatu media pendingin, seperti udara, air atau es. Waktu yang diperlukan sangat bervariasi, 30 menit atau kurang, tetapi mungkin pula lebih dari 24 jam. Perbedaan suhu antara media pendingin (*coolant*) dengan komoditi sayur harus segera dikurangi agar proses *pre-cooling* efektif. Penurunan atau pre cooling dapat dilakukan dengan menggunakan udara dingin pada teknik Air Cooling, air yang diberikan es batu pada teknik *Water/Hydro Cooling*, atau sistem vakum pada teknik *Vacuum Cooling*.

G. Analisis Usaha Tani

1. Konsumsi Tanaman Sayur Hortikultura

Salah satu jenis pertanian yang banyak diusahakan adalah hortikultura. Istilah hortikultura sendiri asalnya dari bahasa latin yaitu dari kata Hortus artinya kebun dan kata culture artinya bercocok tanam, jadi secara umum hortikultura ialah segala kegiatan bercocok tanam seperti sayur-sayuran, buah-buahan ataupun tanaman hias dimana lahan “kebun atau pekarangan rumah” sebagai tempatnya. Tanaman pada hortikultura berguna sebagai sumber daya untuk dikonsumsi, tapi ada juga untuk hal keindahan. Hortikultura merupakan salah satu komoditas pertanian yang mendapat prioritas pengembangan dari pemerintah untuk meningkatkan devisa negara.

Pada tahun 2020 konsumsi sayur di Indonesia kurang dari setengah konsumsi yang direkomendasikan. Sebagian besar penduduk Indonesia mengkonsumsi sayur sebanyak 173 gram per hari, lebih kecil dari Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang direkomendasikan yaitu sebesar 400 gram perkapita per hari (Data BPS, Susenas Maret 2019).

Konsumsi sayur menunjukkan tren penurunan selama periode lima tahun terakhir. Konsumsi sayur

mengalami penurunan sebesar 5,3 persen. Namun sejak adanya pandemi covid 19 orang berbondong bondong untuk meningkatkan stamina dengan cara memakan makanan yang sehat dan bergizi. Sayuran dan buah buahan yang bersal dari tanaman holtikutira menjadi tujuan yang di konsumsi. Selain memang menyehatkan tanaman sayuran holtikultura ini juga mempunyai tingkat teknologi sederhana, biaya produksi yang rendah dan cukup murah sehingga banyak orang yang menanamnya dan menjualnya Selama tahun 2020 -2021 ini sayuran hijauan seperti sawi, bayam , caisin, selada dan sejenisnya menjadi makanan sehat yang diburu sehingga permintaan terhadap sayuran organik ini menjadi meningkat kembali.

Tabel 1 Rata-Rata Konsumsi Sayur Perorang Seminggu

Komoditi Sayur	Satuan	Tahun	
		2019	2020
Bayam	Kg	0.077	0.086
Kangkung	Kg	0.085	0.092
Sawi Hijau	Kg	0.040	0.040
Buncis	Kg	0.022	0.022
Kacang Panjang	Kg	0.064	0.064
Tomat	Kg	0.080	0.085
Daun Ketela Pohon	Kg	0.051	0.055

Sumber : Kementerian Pertanian, Data Susenas, 2019

2. Prospek dan Pemasaran Usahatani Sayura Hortikultura

Prospek tanaman sayuran usahatani pada pandemic covid menyebabkan permintaan menjadi naik karena untuk kebutuhan kesehatan tubuh yang dapat meningkatkan imunitas tubuh. Tanaman sayuran yang prospek untuk kedepan terdapat sayuran bayam, sawi, daun bawang, selada, terong, paprika, kembang kul, seledri, kemangi, cabai, pare, dan lain-lain yang dapat diolah untuk berbagai macam olahan sehingga bisa mendapatkan nilai tambahan.

Pemasaran dapat dilakukan dengan :

- a. Di jual benih / bibit
- b. Di jual tanaman dalam polibag/pot/botl bekas



Gambar 6. (a) Tanaman Sayuran dalam Botol Bekas/Pot, (b) Tanaman Sayuran dalam Wadah Cap, (c) Tanaman Dayuran dalam Polybag.

- c. Diolah —→ pengolahan tanaman sayuran yang menghasilkan aneka macam olahan sehingga mendapatkan nilai tambah



Gambar 7. Olahan dari Bahan Dasar Sayuran

3. Analisis Usahatani Sayuran Hortikultura

- a. Teknologi yang diterapkan

Bentuk dan teknologi untuk budidaya tanaman sayuran pun bermacam macam . dari yang mulai sederhana sampai yang modern berbasis smart farming. Kajian dalam tulisan ini adalah analisis usahatani dengan metodologi tanaman sederhana yakni menanam benih di lahan . Ukuran

lahan yang dianalisis dalam perhitungan ini adalah analisis usahatani pola polikulture yakni di lahan yang sama bersamaan ditanam berbagai tanaman sayuran . Sayuran yang dianalisis adalah tanaman sawi-bayam dan kangkung . Petani yang dianalisis adalah petani yang terlibat dalam program pengabdian masyarakat di kelompok tani “BERKAH MBAON” DESA KRAKATAN KECAMATAN BAYAT KABUPATEN KLATEN PROPINSI JAWA TENGAH.

b. Metode analisis data

Analisis usahatani petani sayuran per Ha dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Biaya: } TC = FC + VC$$

Keterangan :

TC : *Total Cost*

FC : *Fixed Cost*

VC : *Variable Cost*

$$\text{Penerimaan: } TR = Y \cdot PY$$

Keterangan :

TR : Penerimaan Usaha Tani (Rp)

Y : Jumlah Produksi (Kg)

Py : Harga y (Rp/Kg)

$$\text{Pendapatan: } I = TR - TC$$

Keterangan :

I : *Income* (pendapatan bersih usaha tani)

TR : *Total Revenue* (penerimaan usaha tani)

TC : *Total Cost* (total biaya)

$$R/C = \frac{TR}{TC}$$

c. Analisis Usahatani Sayuran

Analisis usaha tani dalam hal ini dilakukan dalam skala per petani dan per hektar. Analisis usahatani per petani dilakukan untuk mengetahui tingkat kesejahteraan rata-rata per petani, sedangkan analisis usahatani per ha dilakukan untuk mengetahui kelayakan usahatani sayuran di daerah tersebut. Secara rinci hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Usahatani Sayuran Per Petani

No	Uraian	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Monokultur
1	Jumlah petani	22	21	4	8
2	Rata-rata luas lahan	0,06	0,03	0,025	0,02
	Penerimaan	59.687.500	28.625.000	4.950.000	12.000.000
3	Biaya Produksi				
	1. Bibit	1.836.000	974.125	130.750	322.000
	2. Obat-obatan	1.242.500	542.500	87.500	140.000
	3. Pupuk	3.195.000	1.395.000	225.000	360.000
	4. Tenaga kerja	21.820.000	12.420.000	2.120.000	3.760.000
	Total Biaya	28.093.500	15.331.625	2.563.250	4.582.000
4.	Pendapatan	31.848.563	13.371.625	2.407.000	7.595.000
5.	R/C	2,12	1,87	2,06	2,62

Dari tabel di atas diketahui pendapatan terbesar per petani diperoleh pada usahatani pola kombinasi 1 yaitu Sawi-Bayam-Kangkung., yakni sebesar Rp 31.848.563 per petani. Namun R/C tertinggi terdapat pada usahatani dengan pola monokultur Sawi, yakni sebesar 2,62. Hal ini dikarenakan penerimaan petani yang menanam sawi lebih besar jika dibandingkan dengan petani yang menanam jenis sayuran yang lainnya. Harga sawi yang lebih tinggi daripada sayuran yang lainnya membuat para petani menanam sawi di tiap areal lahannya.

Tabel 3. Analisis Usahatani Sayuran Ha Per Tahun

No	Uraian	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Monokultur
1	Jumlah petani	22	21	4	8
2	Rata-rata luas lahan	0,06	0,03	0,025	0,02
	Penerimaan	906.770.833	978.125.000	188.437.500	600.000.000
3	Biaya Produksi	28.148.958	33.390.625	4.965.625	16.100.000
	1. Bibit	19.250.000	18.375.000	3.500.000	7.000.000
	2. Obat-obatan	49.500.000	47.250.000	9.000.000	18.000.000
	3. Pupuk	347.416.666	449.166.666	88.500.000	188.000.000
	4. Tenaga kerja	416.166.666	514.791.666	101.000.000	213.000.000
	Total Biaya	466.239.322	431.814.583	82.978.125	379.750.000

Lanjutan Tabel 3. Analisis Usahatani Sayuran Ha Per Tahun

No	Uraian	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Monokultur
4.	Pendapatan	2,18	1,9	1,86	2,82
5.	R/C	22	21	4	8

Dari tabel dapat dilihat pendapatan petani per hektar per tahun yang tertinggi ada pada pola kombinasi 1 yakni Sawi-Bayam-Kangkung yakni Rp 466.239.322 per hektar per tahun. Namun R/C tertinggi terdapat pada usahatani dengan pola monokultur Sawi, yakni sebesar 2,81. Hal ini dikarenakan penerimaan petani yang menanam sawi lebih besar jika dibandingkan dengan petani yang menanam jenis sayuran yang lainnya.

PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI

A. Pertanian Presisi

Pertanian presisi merupakan sistem pertanian yang menitikberatkan pada penggunaan sarana pertanian yang tepat sesuai dengan fase-fase dalam kegiatan budidaya pertanian. Pertanian presisi ini dapat diterapkan pada sistem tanam vertikal baik di lingkungan *green house* maupun di lingkungan rumah kaca. Batasan dalam lingkungan rumah kaca adalah menjaga nilai suhu, tekanan, kelembaban pada tingkat tertentu. Selain itu, pemantauan nilai pH dan kepekatan larutan pada sistem hidroponik merupakan tantangan lain yang harus dipantau dan dijaga. Monitoring secara manual dalam praktik hidroponik merupakan salah satu aktivitas yang sering diabaikan. Monitoring pada sistem hidroponik jika tidak dilakukan akan berakibat tanaman mati. Sistem IoT digunakan untuk mentransfer data yang diambil ke internet atau dari penyimpanan massal dan aplikasi seluler digunakan untuk mengkomunikasikan status saat ini kepada pengguna melalui penggunaan internet ke ponsel seluler mereka, sehingga monitoring dan pemeliharaan akan lebih mudah (Saraswathi *et al.*, 2018).

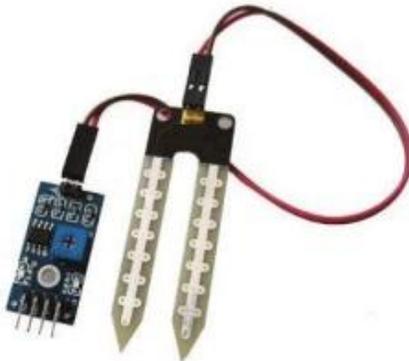
Penggunaan teknologi *IoT* di bidang pertanian akan meningkatkan produktivitas tanaman. *IoT* adalah sistem yang menggabungkan sensor dan perangkat lunak yang terhubung ke internet untuk memungkinkan orang yang berwenang mengakses dan dapat berinteraksi dengan mudah. Sistem yang menggunakan jaringan sensor nirkabel (WSN) ini untuk membuat keputusan sistem pendukung melalui jaringan sensor sehingga dapat terhubung ke *IoT*, serta memungkinkan pengguna untuk melakukan koneksi antara petani dan tanaman dengan mengabaikan perbedaan geografis. Sistem monitoring budidaya tanaman secara *smart farming* ini sedang dikembangkan untuk memantau kelembaban tanah, suhu, kelembaban, dan mengirimkan data tersebut ke *firebase* di cloud server (Bounnady *et al.*, 2019).

Metode yang diusulkan untuk penerapan *IoT* dalam budidaya tanaman secara *smart farming* ini dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, Komponen pertama adalah perangkat *real-time* seperti sensor. Bagian kedua berfungsi sebagai pemrosesan utama dan konektivitas antara prosesor dan sensor, mentransfer data dari bagian pertama ke bagian berikutnya. Sedangkan komponen ketiga adalah aplikasi untuk pengguna akhir, dimana pengguna dapat memantau dan menyesuaikan beberapa nilai untuk pengendalian sistem (Bounnady *et al.*, 2019).

B. Mengenal Sensor :

Bagian pertama pada metode *IoT* memerlukan beberapa perangkat pendukung, diantaranya yaitu :

1. Sensor kelembaban tanah, alat ini digunakan untuk mengevaluasi kelembaban dalam tanah. Alat sensor ini bekerja berdasarkan konduksi listrik melalui hambatan (kelembaban tanah bertindak sebagai resistensi), dan itu berubah menjadi kadar air di tanah. Kelembaban tanah merupakan faktor penentu pertumbuhan tanaman.



Gambar 8. Perangkat Sensor Kelembapan Tanah

2. Sensor kelembaban dan suhu (DHT22), perangkat ini digunakan untuk mengukur kelembaban dan suhu di sekitar udara pertanian. Sensor ini adalah salah satu jenis sensor suhu dan kelembaban yang digital dan berbiaya rendah.

Selain digunakan untuk memeriksa kelembaban dan suhu, alat ini mampu mengeluarkan sinyal digital pada data.



Gambar 9. Perangkat Sensor Kelembapan dan Suhu Udara

3. *Relay Control* bekerja dengan menggunakan arus untuk menghasilkan medan elektromagnetik agar dapat membuka atau menutup kontrak rangkaian lain. Sistem yang diusulkan menggunakan kontrol relai sebagai saklar on/off listrik untuk mengontrol katup solenoid, sehingga bisa membuka atau menutup katup aliran fluida.



Gambar 10. Perangkat *Relay Control*

4. Katup solenoid, alat ini adalah katup yang dioperasikan secara elektromekanis dan bekerja dengan menggunakan arus ke kumparan untuk menghasilkan medan magnet. Hal ini bertujuan agar dapat membuka dan menutup katup aliran fluida.



Gambar 11. Katup Solenoid

5. Sensor aliran air, perangkat ini terdiri dari *water rotor* dan sensor. Ketika rotor aliran air berputar dan sensor akan mengeluarkan sinyal yang sesuai dengan kecepatan aliran air. Perangkat ini bertujuan untuk mengevaluasi dalam penggunaan air di lahan pertanian.



(Bounnady *et al.*, 2019).

Gambar 12. Perangkat Sensor Aliran Air

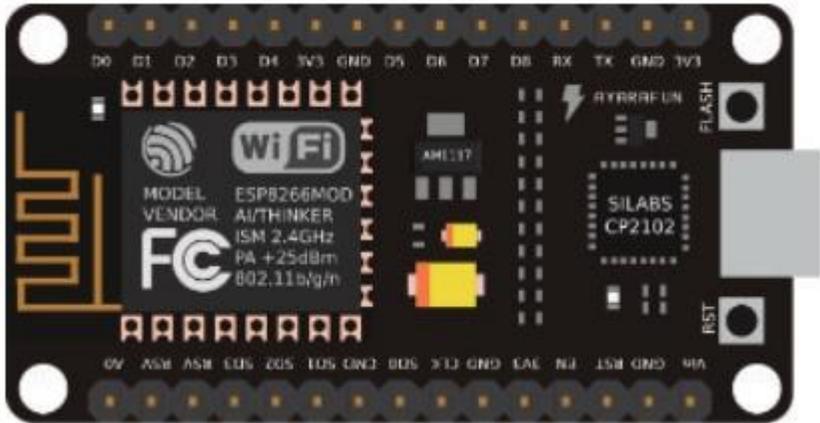
Nalwade dan Mote (2017) menjelaskan bahwa perangkat hardware yang harus dimiliki dalam penerapan *IoT* ini antara lain:

1. Sensor pH, alat ini digunakan untuk mengukur tingkat pH larutan nutrisi di dalam pipa dan memberikan data masing-masing ke komponen kedua atau pada bagian pengolahan data.

2. Sensor EC, alat yang fungsinya untuk menaksir kepekatan suatu larutan nutrisi. Rentang EC ideal untuk hidroponik adalah antara 1,5 dan 2,5 dS/m.
3. LCD, digunakan untuk menampilkan tingkat pH, suhu lahan pertanian dan air, dan tingkat EC larutan nutrisi digunakan. Layar LCD bisa berukuran 16 x 20 cm.
4. Kipas pendingin, alat ini nyala ketika suhu di dalam *greenhouse* diatas level yang diperlukan. Sensor suhu kemudian mengirimkan data pada komponen kedua dan diproses, sehingga kipas pendingin akan menyala.
5. Mesin untuk suplai air dan nutrisi, alat ini bekerja ketika level larutan air atau nutrisi dalam pipa berada dibawah level yang dibutuhkan dan juga ketika level EC dari larutan nutrisi dibawah atau diatas kisaran yang dibutuhkan. Kemudian mesin ini mensuplai air dan nutrisi ke tanaman secara otomatis.

Komponen kedua yang harus ada dalam penerapan sistem *IoT* secara hidroponik ini adalah NodeMCU ESP8266. Perangkat ini digunakan sebagai unit pengolahan utama di sistem *IoT*. Semua sensor dihubungkan dengan komponen kedua ini dan berfungsi sebagai server lokal untuk menerima informasi yang dikirim dari sensor, juga dapat berkomunikasi dengan *cloud-firebase* untuk penyimpanan *database real-time*. Dari sistem

dapat mengirim data ke *cloud* dan menerima data dari *cloud* yang membantu pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem yang diterapkan dalam bidang pertanian.



Gambar 13. NodeMCU ESP8266

Sedangkan pada bagian ketiga ini untuk mengembangkan aplikasi android yang bertujuan agar pengguna dapat berinteraksi dengan sistem. Pengguna dapat memantau data yang didapat dari sensor seperti kelembaban tanah, suhu, kelembaban, volume air, dan juga dapat menyesuaikan beberapa parameter untuk sistem seperti ambang batas kelembaban tanah untuk dilakukan penyiraman (Bounnady *et al.*, 2019).

Metode bercocok tanam secara hidroponik memerlukan perlakuan khusus dalam pengendalian suhu air, ketinggian air, dan derajat keasaman (pH) larutan nutrisi. Apabila ingin mendapatkan hasil tanaman yang bagus hingga masa panen,

maka para petani harus melakukan perawatan tersebut dengan memonitoring rutin setiap hari. *Internet of Things (IoT)* adalah teknologi yang memungkinkan untuk melakukan pemantauan rutin nutrisi tanaman dan kebutuhan air, sedangkan logika *fuzzy* bisa digunakan untuk mengatur jumlah pasokan nutrisi dan air ke tanaman (Herman dan Surantha, 2019).

Setiap perangkat sensor dapat berkomunikasi atau mengirimkan data ke *server cloud* untuk diproses dan dipantau secara *real time*. Setiap sensor dihubungkan ke Arduino untuk mengontrol kebutuhan tanaman secara otomatis menggunakan logika *fuzzy*. Misalnya, sensor kepekatan larutan (EC) akan mendeteksi jika kadar hara pada instalasi berkurang sehingga sistem kendali secara otomatis akan menambahkan unsur hara ke tanaman. Hasil pengolahan data dari *cloud server* ini akan menjadi informasi yang bermanfaat bagi petani sebagai bahan evaluasi untuk terus meningkatkan pertaniannya (Herman dan Surantha, 2019).

Penerapan pengairan pada pertanian presisi atau *smart farming* biasanya menggunakan metode irigasi tetes, Hal ini disebabkan oleh kemudahan dalam pengoperasian, terutama dalam hal pengatur waktu untuk mengontrol pompa air. Pengatur waktu ini berfungsi sebagai *starter* untuk menyalakan pompa yang kemudian larutan nutrisi akan menetes pada lubang

tiap tanaman dari selang penetes kecil. Penerapan sistem irigasi tetes ini dapat dilakukan dengan teknik sirkulasi aliran tertutup ataupun non sirkulasi. Adapun keunggulan dalam penerapan sistem tertutup ini yaitu larutan nutrisi yang mengalir dalam jumlah berlebih akan ditampung kembali ke dalam tandon. Hal ini bertujuan agar larutan nutrisi dapat digunakan kembali. Sedangkan untuk sistem irigasi terbuka, larutan nutrisi yang jumlahnya berlebih tidak dapat diserap kembali. Tanaman biasanya ditempatkan di media tanam dengan daya serap sedang, sehingga larutan nutrisi menetas secara perlahan (Rouphael dan Colla, 2005).

C. Meracik Nutrisi

Salah hal yang penting dalam sistem budidaya vertical adalah pemberian nutrisi. Pemberian nutrisi dapat dilakukan dengan cara melarutkan nutrisi bersamaan dengan pengairan, yang demikian dikenal dengan sistem fertigasi (*fertigation system*). Penerapannya bisa dilakukan dengan menyediakan pupuk yang cepat larut dalam air dan memiliki konsentrasi yang relatif tinggi seperti pada pupuk AB Mix. Pupuk tersebut kemudian diletakkan dalam larutan stok khusus. Larutan stok disuntikkan dan diencerkan ke dalam air irigasi. Umumnya dua tangki pupuk yang berisi larutan stok digunakan untuk

memisahkan pupuk A dan pupuk B. Tangki A yang pada dasarnya mengandung pupuk kalsium dan tangki B dengan pupuk fosfat dan sulfat. Cara ini bertujuan untuk memisahkan Ca dari P dan SO_4^- agar terhindar dari pengendapan kalsium fosfat atau kalsium sulfat, yang merupakan sedikit larut. Sedangkan tangki ketiga C berisi larutan pekat dari asam anorganik yang digunakan untuk mengontrol pH larutan nutrisi yang diperoleh setelah injeksi larutan stok ke dalam air irigasi, mencuci sistem irigasi, dan menghindari penyumbatan nutrisi pemancar larutan (Ahmed, 2013).

Pengecekan pH akan menentukan ketersediaan unsur penting bagi tanaman. Kisaran pH larutan nutrisi yang optimal untuk perkembangan tanaman adalah 5,5-6,5 (Trejo-Tellez dan Gomez, 2012). Selain pengecekan pH yang perlu diperhatikan, pengelolaan EC atau kepekatan larutan nutrisi juga harus dilakukan. Apabila pengecekan EC tepat dalam teknik hidroponik, maka bisa memberikan alat yang efektif untuk meningkatkan hasil dan kualitas dari tanaman yang dibudidayakan (Gruda, 2009). Rentang EC yang ideal untuk hidroponik pada sebagian besar tanaman adalah antara 1,5 sampai 2,5 dS m^{-1} . EC yang lebih tinggi akan mencegah penyerapan hara karena tekanan osmotik dan tingkat yang lebih rendah akan sangat mempengaruhi hasil tanaman.

D. Sistem Fertigasi

Sistem fertigasi yang dapat diterapkan pada sistem tanam vertikal adalah dengan menggunakan larutan nutrisi maupun substrat. Sistem substrat merupakan salah satu teknik budidaya tanaman secara hidroponik dengan menggunakan media tanam yang memiliki formulasi padatan. Adapun kriteria media tanam yang digunakan dalam sistem hidroponik substrat yaitu memiliki kapasitas memegang air dan udara yang baik, mudah meloloskan kelebihan air, dan terbebas dari kontaminan. Media tanam yang sering digunakan berupa arang sekam, *cocopeat*, dan media jenis lainnya. *Cocopeat* memiliki kapasitas tukar kation dan porositas total yang tinggi, sehingga mampu menyerap dan mempertahankan unsur hara (Indrawati *et al.*, 2012). Selain itu, *cocopeat* memiliki kandungan unsur hara nitrogen yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman. Prameswari *et al.*, (2014), menyatakan bahwa nitrogen memiliki fungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Hayati (2012), menambahkan bahwa nitrogen dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan batang dan berperan pada fase vegetatif tanaman, yaitu saat pembentukan tunas dan perkembangan organ vegetatif tanaman.

Umumnya budidaya tanaman sayuran secara vertikal menggunakan sistem substrat. Metode substrat ini merupakan

salah satu jenis metode hidroponik yang paling sederhana karena dalam proses budidayanya menggunakan media tanam yang murah dan sangat mudah diaplikasikan ke tanaman. Pemberian larutan nutrisi ke tanaman dapat dilakukan melalui irigasi tetes dengan frekuensi interval sebanyak 3-5 kali per hari. Hal ini tidak berlaku mutlak, namun perlu disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, macam media tumbuh, cuaca, ataupun kondisi lingkungan tumbuh pada sistem hidroponik (Rosliani dan Sumarni, 2005).

E. Menghitung efisiensi

Dunia telah berada di era *ubiquitous computing* atau web 0.3 dengan terobosan IoT (*Internet of Things*) yang berkembang sangat pesat dengan dorongan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Perkembangan IoT kedepannya akan berupaya untuk menghubungkan dunia nyata, dunia *cyber*, dan dunia sosial (Wibawa *et al.*, 2021).

Menghitung tingkat efisiensi yang diberikan oleh sistem akan diuji secara deskriptif dengan mengetahui efisiensi waktu melalui perbandingan selisih rata-rata waktu pencampuran nutrisi manual (\bar{x}_2) dan rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh sistem (\bar{x}_1) dengan rata-rata waktu pencampuran nutrisi manual yang dibutuhkan oleh petani (\bar{x}_2) dengan persamaan berikut.

$$Efisiensi = \frac{x_2 - x_1}{x_2} \times 100\%$$

Sehingga dengan seluruh uji kinerja alat dapat diketahui tingkat akurasi dan tingkat efisiensi waktu yang diberikan oleh sistem. Hasil pengujian prototype memberikan efisiensi waktu dalam pemberian nutrisi sebesar 77.77% sehingga lebih efisien dalam biaya perawatan dengan menggunakan fertigasi berbasis IoT (*Internet of Things*) (Wibawa et al., 2021). IoT (*Internet of Things*) dapat memangkas pembiayaan tanaman dalam satu bulan sekitar 23%-70%. Selain itu teknologi IoT dapat memudahkan pemilik lahan dalam memantau kondisi tanaman (Ciptadi dan Hardyanto, 2018).

PEKARANGAN

Pekarangan yaitu sebidang tanah di sekitar rumah yang terletak di depan, samping maupun belakang rumah. Pemanfaatan pekarangan rumah sangat penting, karena manfaat yang diambil sangat banyak. Menurut Sajogyo (1994) dalam Ashari *et al* (2012) menerangkan bahwa pemanfaatan pekarangan yang baik dapat mendatangkan berbagai manfaat antara lain yaitu sebagai warung hidup atau apotik hidup, lumbung hidup dan bank hidup. Disebut lumbung hidup karena sewaktu-waktu kebutuhan pangan pokok seperti beras, jagung, umbi-umbian, sayur, dan sebagainya tersedia di pekarangan. Bahan-bahan tersebut disimpan dalam pekarangan dengan keadaan hidup. Disebut sebagai warung hidup, karena dalam pekarangan terdapat sayuran yang berguna untuk memenuhi kebutuhan konsumsi keluarga. Apotik hidup dalam pekarangan ditanami sebagai tanaman obat-obatan yang sangat bermanfaat dalam menyembuhkan penyakit secara tradisional.

A. Tipe Pekarangan

Pemanfaatan lahan pekarangan dapat dibedakan berdasarkan luas lahan, sehingga dikenal pekarangan strata 1, strata 2, strata 3, dan strata 4. Strata 1 yaitu rumah tipe 21 dengan pekarangan yang luasnya hanya 36 meter, dengan

demikian dapat juga disebut dengan rumah tanpa pekarangan. Strata 2 yaitu rumah tipe 36 dengan luas tanah 72 meter atau dikenal dengan halaman sempit. Strata 3 yaitu rumah tipe 45 dengan luas tanah 90 meter atau disebut dengan pekarangan sedang, kemudian pekarangan luas (strata 4) yaitu rumah tipe 54 dengan luas tanah lebih dari 120 meter. Konsep pemanfaatan lahan pekarangan berdasarkan strata luas ini ditujukan untuk masyarakat yang tinggal diperkotaan. Sistem budidaya yang dapat diterapkan pada rumah tanpa pekarangan dan rumah berpekarangan sempit adalah sistem pot gantung, pot tempel, maupun sistem vertikultur, tanaman sayuran yang dapat ditanam adalah sayuran berumur pendek seperti caisin, saledri, kangkung, bayam dan lain – lain, selain jenis sayuran dapat pula ditanam aneka tanaman rempah seperti kunyit, kencur jahe. Apabila strata pekarangan tergolong sedang dan luas, maka dikombinasikan antara sistem vertikultur dengan budidaya dibedengan, kemudian dapat pula ditanami dengan dengan tanaman buah – buahan langsung ditanah maupun sistem tanam buah dalam pot (Zulrasdi, 2021).

Lahan yang cukup luas dapat dijadikan salah satu keuntungan, karena dengan lahan yang luas memungkinkan untuk ditanami dengan berbagai macam jenis tanaman, sedangkan dengan lahan yang sempit atau terbatas maka

beberapa teknik pemanfaatan lahan perlu dilakukan seperti menggunakan pot, polybag, vertikultur maupun hidroponik agar dapat digunakan secara maksimal (Farahdiba *et al.*, 2020).

B. Model Pekarangan

Model pekarangan pangan terdapat zona sumber protein, zona sumber vitamin dan obat, serta zona sumber karbohidrat. Zona sumber protein terdiri dari aneka kacang yaitu kacang tanah, kacang hijau dan kedelai berbagai varietas. Zona sumber vitamin, mineral dan obat terdiri dari displa sayuran daun aneka warna dan toga. Tanaman sayuran misalnya cabai, terong, tomat, sawi, kenikir, bayam, kangkung, buncis, dan brokoli sedangkan untuk toga seperti laos, jahe, kencur, dan sirih. Zona sumber karbohidrat terdapat sorgum, jagung uri, dan umbi-umbuan seperti ubi jalar, ubi kayu, talas, garut, serta mbote (Badan Litbang Pertanian, 2014).

Pemanfaatan lahan dapat dilakukan di dalam wilayah pedesaan maupun perkotaan dengan memanfaatkan lahan pekarangan. Lahan perkotaan yang tidak mempunyai halaman dapat di model yang sesuai kondisinya. Pekarangan tipe strata 1 dapat dimodel budidaya vertikultur (model gantung, tempel, tegak, rak) dan dapat budidaya dengan pot atau polybag yang ditanami sayuran dan toga. Pekarangan tipe strata 2 dimodel

budidaya vertikultur dan budidaya dengan pot atau polybag yang dapat ditanami sayuran, toga, dan buah. Tipe strata 3 dapat budidaya secara vertikultur dan budidaya dengan pot atau polybag yang dapat ditanami sayuran, toga, buah, tanaman pangan, dan dapat untuk pemeliharaan ikan dengan membuat kolam mini. Tipe strata 4 dapat budidaya secara vertikultur dan budidaya dengan pot atau polybag yang dapat ditanami sayuran, toga, buah, tanaman pangan, dan dapat untuk pemeliharaan ikan dengan membuat kolam mini (Swardana, 2020).

C. Potensi Pekarangan

Pekarangan memiliki potensi yang besar dalam mendukung ketahanan pangan rumah tangga. Pekarangan jika dimanfaatkan secara optimal dapat menjadi sumber gizi keluarga dalam hal pemenuhan vitamin dan mineral. Selain itu pemanfaatan pekarangan memberi beberapa manfaat seperti sumber pangan dan papan keluarga, sumber keanekaragaman tanaman, pengendali iklim mikro dan menciptakan lingkungan hidup yang optimal bagi keluarga dan ternak yang dipelihara (Sudalmi dan Hardianti, 2018).

Pekarangan memiliki potensi dalam menopang kehidupan sosial ekonomi masyarakat, diperlukan program yang terencana dalam bentuk program pekarangan terpadu. Program

pekarangan terpadu dengan penanaman tanaman yang produktif dan membuat tanaman pekarangan mampu memberikan manfaat kesehatan yang memenuhi kepuasan jasmaniah dan rohaniyah. Pemanfaatan pekarangan dengan tanaman produktif seperti tanaman hortikultura, rempah-rempah, obat-obatan, bumbu-bumbuan dan lainnya yang dapat memberikan keuntungan berlipat ganda. Pemanfaatan lahan pekarangan dengan memperhatikan *landscape* pekarangan dan kawasan pedesaan secara tertata dapat berpotensi sebagai wisata pedesaan (Ashari *et al.*, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.O. 2013. Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. FAO. Roma.
- Anita, A. C., Zubir, E., & Amani. M. 2018. Budidaya Tanaman Sayuran dan Tanaman Obat Keluarga (Toga) di Kelurahan Alalak Selatan. Prosiding Seminar Nasional: Inovasi dalam IPTEK Perguruan Tinggi bagi Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Banten Indonesia 30 Oktober 2018: 35-43.
- Ashari, Septana, & Purwantini, T. B. 2012. Potensi dan Prospek Pemanfaatan Lahan Pekaranagan Untuk Medukung Ketahanan Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30(1), 13-30.
- Badan Litbang Pertanian. 2014. Balitbangtan Tampilkan 3 Zona Model Pekaranagan Pangan di HPS-34. Jakarta. Retrieved from <https://www.litbang.pertanian.go.id/info-aktual/1931/>.
- Badan Pusat Statistik ,2019. Data Sensus Nasional (Susenas) .Konsumsi Rumah tangga per propinsi di Indonesiia. Jakarta. Indonesia
- Butler, J.D., dan N.F. Oebker. 2006. Hydroponics as Hobby Growing Plants without Soil. Circular 844, Information Office, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana, IL 6180p.

- Bounnady, K., P. Sibounnavong, K. Chanthavong, dan S. Saypadith. Smart Crop Cultivation Monitoring System by Using IOT. 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST). 2019.
- Chan, S. R. O. S. 2021. Industri Perbenihan dan Pembibitan Tanaman Hortikultura di Indonesia : Kondisi Terkini dan Peluan Bisnis. *Jurnal Hortuscoler*, 2(1), 26-31.
- Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2018). Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29-40.
- Direktorat jendral tanaman pangan dan hortikultura Kementerian Pertanian. 2020. Statistik Produksi hortikultura tahun 2019. Jakarta .
- Fahroji. 2011. Pasca Panen Hortikultura. Riau: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Farahdiba, Z., Achdiyat, & Saridewi, T. R. 2020. Peran Anggota Kelompok Wanita Tani dalam Pemanfaatan Lahan Pekarangan di Kelurahan Pasir Putih, Kecamatan Sawangan, Kota Depok. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 535-544.
- Gruda, N. 2009. Does Soil-Less Culture Systems have an Influence on Product Quality of Vegetables. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 82(2):141-147.
- Hayati, E. T. 2012. Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum Annum L.*). *Jurnal Floratek*. 7(4):1-10.

- Herman, dan N. Surantha. Intelligent Monitoring and Controlling System for Hydroponics Precision Agriculture. 7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). 2019.
- Hidayati, N., Rosawanti, P., Arfianto, F., & Hanafi, N. 2018. Pemanfaatan Lahan Sempit untuk Budidaya Sayuran dengan Sistem Vertikultur. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 40-46.
- Indrawati, R., D. Indradewa, dan S. N. H. Utami. 2012. Pengaruh Komposisi Media Dan Kadar Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Vegetalika*. 1(3).
- Jones, B. 2014. Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. CRC Press. Anderson. South Carolina.
- Lukman, L. 2011. *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Vertikultur*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran Surtinah.
- Manzocco, L., M. Foschia, N. Tomasi, M. Maifreni, L. D. Costa, M. Marino, G. Cortella, dan S. Cesco. 2011. Influence of Hydroponic and Soil Cultivation on Quality and Shelf Life of Ready-to-Eat Lamb's Lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr). *Journal of the Science Food and Agriculture*. 91(8):1373-1380.
- Maulana, A. 2020. Pemeliharaan Tanman Sayuran dipekarangan. Jakarta. Retrieved from <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/90810/PE-MELIHARAAN-TANAMAN-SAYURAN-DIPEKARANGAN/>. Di akses pada tanggal 28 Oktober 2021.

- Nalwade, R., dan T. Mote. Hydroponics Farming. International Conference on Trends in Electronics and Informatics ICEI. 2017.
- Nurmawati, N. 2016. Vertikultur Media Pralon Sebagai Upaya Memenuhi Kemandirian Pangan di Wilayah Peri Urban Kota Semarang. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 4(2), 19-25.
- Polycarpou, P., D. Neokleous, D. Chimonidou, dan I. Papadopoulos. 2005. A Closed System for Soil Less Culture Adapted to the Cyprus Conditions. In: Hamdy A. (ed), F. El Gamal, A.N. Lamaddalen, C. Bogliotti, and R. Guelloubi. Non-conventional water use. Pp.237241.
- Prameswari Z. K., Trisnawati, dan Waluyo. 2014. Pengaruh Macam Media dan Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Keberhasilan Cangkok Sawo (*Manilkara zapota* L.) Van Royen) pada Musim Penghujan. *Jurnal Vegetalika*. 3(4):107-118.
- Prastowo, B., Patola, E. & Sarwono. 2013. Pengaruh Cara Penanaman Dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Daun (*Lactuca sativa* L.). *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, 12(2).
- Resh, H.M. 2013. Hydroponic Food Production: a Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Roslani, R., dan N. Sumarni. 2005. Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.

- Rouphael, Y. dan G. Colla. 2005. Growth, Yield, Fruit Quality and Nutrient Uptake of Hydroponically Cultivated Zucchini Squash as Affected by Irrigation Systems and Growing Seasons. *Scientia Horticulturae*. 105(2):177--195.
- Saraswathi, P., R. Manibharathy, E. Gokulnath, K. Sureshkumar, dan Karthikeyan. Automation of Hydroponics Green House Farming using IOT. Conference: 2018 IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN).
- Sesanti, R. N., Sismanto, Hidayat. H., Nuryanti. N. S. P., & Handayani. S. 2013. Budidaya Sayuran Organik Dengan Sistem Vertikultur Upaya Peningkatan Pendapatan Warga di Perumahan Sejahtera Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Ekonomi Pembangunan (JEP)*, 2(4), 369-381.
- Sudalmi, E. S., & Hardiatmi, J. S. (2018). Usaha Pelestarian Lingkungan Hidup Melalui Penganekaragaman Tanaman Pekarangan (Di Desa Wonorejo, Kecamatan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar). *Adi Widya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 184-189.
- Susilawati. 2017. Mengenal tanaman sayuran (Prospek dan Pengelompokan). Palembang: Unsri Press.
- Swardana, A. 2020. Optimalisasi Lahan Pekarangan Sebagai Salah Satu Upaya Pencegahan Krisis Pangan di Masa Pandemi Covid-19. *JAGROS: Jurnal Agroteknologi dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 4(2), 246-258.
- Trejo-Tellez, L. I., dan M. F. C. Gomez. 2012. Nutrient Solutions for Hydroponics Systems, Hydroponics-A Standard Methodology for Plant Biological Researches. Dr. Toshiki Asao (eds). ISBN 978-953-51-0386-8.

- Wibawa, I.M.A.D.T., Sumiyati, dan Budisanjaya, I.P.G. 2021. Rancangan Bangunan Sistem Percampuran Nutrisi pada Fertigasi untuk Hidroponik Berbasis IoT (*Internet of Things*). *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 10(1), 175-185.
- Yanti, A. D. A., Rinduwati, W. A., Faradika, A. N., & Wiharto, M. 2018. Teknik Vertikultur pada Lorong Garden. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(2), 1-9.
- Zulrasdi. 2021. Pemanfaatan Pekarangan Solusi Cerdas Atasi Krisis Ekonomi Saat Pandemi. Sumatera Barat. Retrieved from <http://sumbar.litbang.pertanian.go.id/index.php/infote k/1833-pemanfaatan-pekarangan-solusi-cerdas-atasi-krisis-ekonomi-saat-pandemi-oleh-zulrasdi>.



Dr. Bambang Supriyanta, SP., MP. adalah dosen di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN "Veteran Yogyakarta sejak 1996. Penulis sebagai pemulia tanaman yang telah menyelesaikan program sarjana, pascasarjana, dan doktor di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis aktif sebagai Peneliti bidang pemuliaan tanaman padi, jagung manis dan melon baik secara konvensional maupun pemuliaan berdasarkan penanda molekular. Penulis aktif dalam asosiasi profesional, sebagai Ketua Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Tanaman Indonesia (PERIPI) Komda Jateng-DIY.



Dr. Dwi Aulia Puspitaningrum, SP., MP. adalah staf pengajar di Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Penulis aktif dalam organisasi profesi seperti Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia (PERHEPI), Perhimpunan Sarjana Pertanian Indonesia (PISPI) Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Masyarakat Komunikasi Pertanian Indonesia (MKPI). Fokus kajian penelitian yang dilakukan adalah peneliti ekonomi pertanian terutama kebijakan bisnis dan perdagangan pertanian, pengembangan wilayah dan perencanaan usaha secara spatial. Saat ini selain mengajar penuh program Sastra 1 (S1) di Jurusan Agribisnis juga aktif mengajar program Sastra 2 (Magister) pada program studi Magister Manajemen Agribisnis (MMA), penulis juga aktif dalam penelitian internal dan eksternal sebagai penulis utama dengan pengalaman lebih dari 20 tahun sejak bergabung di perguruan tinggi ini pada tahun 1994.



Ali Hasyim Al Rosyid, SP., M.Sc lahir di Kulon Progo tanggal 25 Mei 1991. Mendapat gelar sarjana Pertanian pada tahun 2014 dari Program Studi Ekonomi Pertanian / Agribisnis, Fakultas Pertanian, UGM dan Gelar *Master of Science* diperoleh pada tahun 2017 dari Program Studi Ekonomi Pertanian, UGM. Menjadi anggota profesi Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia (PERHEPI) dan Asosiasi Agribisnis Indonesia (AAI). Saat ini menjadi dosen di Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Bidang kajian penelitian pada ekonomi lingkungan, ekonomi regional, pemasaran pertanian, ketahanan dan kebijakan pangan.

Buku **POTENSI SISTEM TANAMAN VERTIKAL DI LAHAN PEKARANGAN** adalah buku yang dapat digunakan oleh berbagai kalangan. Terutama kalangan masyarakat yang tertarik untuk menerapkan sistem tanam vertikal dalam kegiatan usaha tani dengan memanfaatkan lahan pekarangan yang ada di sekitar rumah. Sistem tanam vertikal memiliki banyak jenis dan dapat dikombinasi dengan model pertanian lain seperti hidroponik, aeroponik, aquaponik dan lain sebagainya. Jenis tanaman yang mudah dibudidayakan melalui sistem tanam vertikal adalah tanaman hortikultura seperti sayur mayur. Model pemeliharannya sudah sangat berkembang dan telah diciptakan model smart farming sebagai salah satu model kombinasi teknologi di sistem tanam vertikal. Penerapan smart farming seperti otomatisasi, penerapan teknologi sensor, serta sistem fertigasi akan efisien dalam penggunaan air dan input nutrisi pada penerapan sistem tanam vertikal. Salah satu keunggulan sistem tanam vertikal adalah mampu memanfaatkan lahan yang tidak terlalu luas. Salah satunya adalah lahan pekarangan. Optimalisasi lahan pekarangan dengan sistem tanam vertikal diharapkan mampu membantu masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pangannya baik untuk skala rumah tangga maupun skala bisnis. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan yang akan mengembangkan sistem tanam vertikal di lahan pekarangannya.



Penerbit :
LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK No. 104 (Lingkar Utara)
Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
Email : lppm@upnyk.ac.id

ISBN 978-623-5539-65-2



9 786235 539652