Penerbit
TOHAR MEDIA



AKUAPONIC
FOR URBAN FARMING
"MEWUJUDKAN PETANI INOVATIF 5.0"



Bagus Dwi Hari Setyono, Waode Munaeni, Yenni Putri Sari,
Victor Bintang Panunggul, Maya Angraini Fajar Utami,
Syarifah Yusra, Afif Hendri Putranto, Diah Arina Fahmi

Editor :
Ryan Humardani Syam Pratomo, Ely Rismawati

AKUAPONIC
FOR URBAN FARMING
"MEWUJUDKAN PETANI INOVATIF 5.0"

Akuaponik adalah model produksi pangan yang berkelanjutan dengan perpaduan tanaman dan ikan dan sikulus nutrien. Sistem akuaponik mengikuti prinsip-prinsip seperti Produk limbah dari satu sistem biologis perfungsi sebagai nutrient untuk system biologis berikutnya. Perpaduan ikan dan tanaman merupakan usaha polikultur yang menghasilkan produk ganda. Pemberdayaan Komunitas dengan urban farming diharapkan mampu meningkatkan pendapat masyarakat, dengan konsep usaha budidaya akuaponik diharapkan lahan sempit dan permasalahan permodalan tidak menjadi pengaruh, karena masyarakat bisa memanfaatkan lahan yang sempit, seperti gang-gang, dinding rumah, halaman yang sempit atau selokan untuk usaha ini, dengan biaya yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Pemberdayaan masyarakat bertujuan untuk meningkatkan swadaya dan swadana masyarakat sebagai upaya peningkatan taraf hidup masyarakat

TOHAR MEDIA
No Anggota IKAPI : 022/SSL/2019
Workshop : Jl. Rappocini Raya Lr. II. 4 No 13 Kota Makassar
Redaksi : Jl. Mukhtar dg. Tompo Kabupaten Gowa
Perumahan Nagita Regency Blok D No 25
Telp. (0411) 8987659 Hp. 085259993635
https://toharmedia.co.id

ISBN 978-623-8148-25-7
9 786238 148257

Akuaponic For Urban Farming: Mewujudkan Petani Inovatif 5.0

Penulis :

Bagus Dwi Hari Setyono, Waode Munaeni, Yenni Putri Sari, Victor Bintang Panunggul, Maya Angraini Fajar Utami, Syarifah Yusra, Afif Hendri Putranto, Diah Arina Fahmi

Editor : Ryan Humardani Syam Pratomo, Ely Rismawati.

ISBN : 978-623-8184-25-7

Desain Sampul dan Tata Letak

Ai Siti Khairunisa

Penerbit

CV. Tohar Media

Anggota IKAPI No. 022/SSL/2019

Redaksi :

JL. Rappocini Raya Lr 11 No 13 Makassar

JL. Hamzah dg. Tompo. Perumahan Nayla Regency Blok D No.25 Gowa

Telp. (0852-9999-3635/0852-4352-7215

Email : toharmedia@yahoo.com

Website : https://toharmedia.co.id

Cetakan Pertama Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik termasuk memfotocopy, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah)**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat 1, dipidana paling lama **5 (lima tahun)** dan/atau denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah**

DAFTAR ISI

Halaman Depan.....i
Halaman Penerbit.....ii
Kata Pengantar.....iii
Daftar Isi.....iv
Bab 1. Pengenalan Akuaponik Dan Model-Modelnya Yang Dapat Diaplikasikan **1**
1.1.Tangki/ Wadah Ikan 1
1.2.Flitrasi Mekanis dan Biologis 4
1.3.Komponen Hidroponik-Media Bed, NFT, DWC..... 12
1.4.Teknik Media Bed 12
1.5.Dinamika Aliran Air..... 13
1.6.Konstruksi Media Bed..... 14
1.7.Filtasi 20
1.8.Teknik Film Nutrien (NFT)..... 22
1.9.Dinamika Aliran Air..... 23
1.10.Filtasi Mekanis dan Biologis.....25
1.11.Konstruksi dan Penamaan NFT.....25
1.12. Bentuk dan Ukuran Pipa Tumbuh 26
1.13.Penamaan di Dalam Pipa Tumbuh.....28
1.14.Teknik Deep Water Culture (DFT) 29
1.15.Dinamika Aliran Air 29
1.16.Filtasi Mekanis dan Biologis 31
Bab 2. Jenis Ikan dan Tanaman Akuaponik **37**
2.1.Pengantar 37
2.2.Jenis Ikan Akuaponik 39
2.3.Jenis Tanaman/Sayur 43
Bab 3. Perakitan Sistem Akuaponik.....**51**
3.1. Pendahuluan.....51
3.2. Desain Akuaponik 52
3.3. Lokasi untuk Pemasangan Akuaponik.....56
3.4. Langkah-langkah Perakitan Sistem Akuaponik 56
3.5. Bagian dari Sistem Akuaponik.....59
3.6. Keunggulan Sistem Akuaponik 60
3.7. Penutup 60

Bab 4. Pemeliharaan Tanaman Pada Akuaponik.....63
4.1. Pendahuluan.....63
4.2. Pemeliharaan Jenis Tanaman.....65
4.3. Media Tanaman.....67
4.4. Pengaturan Pengairan Akuaponik.....72
4.5. Nutrisi Dn Pupuk Pada Tanaman.....76
4.6. Pengendalian Haman dan Penyakit Pada Tanaman Akuaponik.....81
4.7. Penutup.....87
Bab 5. Pemeliharaan Ikan Pada Akuaponik.....89
5.1. Pendahuluan.....89
5.2. Padat Tebar Ikan.....90
5.3. Pemberian Pakan Ikan Pada Sistem Akuaponik.....93
5.4. Manajemen Kualitas Air pada Sistem Akuaponik.....95
5.5. Penutup.....100
Bab 6. Tips Panen Penanganan Hasil Panen Yang Optimal.....101
6.1. Parameter dalam Peningkatan Produktivitas Akuaponik.....101
6.2. Teknik Budidaya Akuaponik.....107
6.3. Cara Pemanenan.....112
6.4. Penutup.....114
Bab 7. Analisis Usaha dan Potensi Pasar Akuaponik.....117
7.1. Pengantar.....117
7.2. Analisis Usaha Akuaponik.....118
7.3. Potensi Pasar Akuaponik.....122
Bab 8. Peran Teknologi Informasi Dalam Pemasaran Komoditi Pertanian.....125
8.1. Pengantar.....125
8.2. Pemasaran Komoditi Pertanian dan Permasalahannya.....126
8.3. Era Pemasaran Hasil Pertanian denganb Teknologi Informasi.....128
8.4. Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Mendukung Pemasaran Komoditi Pertanian.....132

8.5. Jenis-jenis Teknologi Informasi yang Dapat Digunakan Untuk Pemasaran Komoditi Pertanian .136
8.6. Penutup 142
Daftar Pustaka **131**

Kata Pengantar

Pujian dan limpahan syukur selalu kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan bermacam nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul "AKUAPONIC FOR URBAN FARMING: MEWUJUDKAN PETANI INOVATIF 5.0 " dengan tepat waktu tanpa ada kendala yang berarti. Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk memudahkan orang banyak mengetahui apa manfaat dari rumput laut dan pengelolaan hingga sampai ke tahap konsumsi.

Kesuksesan dalam penyusunan buku ini tentunya bukan semata atas usaha dari penulis saja. Ada banyak pihak yang turut membantu dalam tercapainya kesuksesan yang sekarang ini dapat dirasakan. Baik dari pihak yang membantu dalam bentuk dukungan moril maupun materil. Penulis buku ini pun dari berbagai universitas yang ada di Indonesia, dengan itu ada banyak pemahaman yang bisa kita ambil dari buku ini. Oleh karena itu sang penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang turut berpartisipasi dalam tercapainya kesuksesan dari buku ini.

Buku yang ada dihadapan para pembaca sekalian ini pasti memiliki sangat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Sehingga penulis banyak berharap kepada para pembaca sekalian untuk memberikan kritik dan sarannya agar buku ini dapat menjadi buku yang lebih sempurna dan lengkap.

Bandung, 14 Desember 2022

Penulis

AKUAPONIC FOR URBAN FARMING: MEWUJUDKAN PETANI INOVATIF 5.0

Penulis
Bagus Dwi Hari Setyono, Waode Munaeni, Yenni Putri Sari, Victor Bintang Panunggul, Maya Angraini Fajar Utami, Syarifah Yusra, Afif Hendri Putranto, Diah Arina Fahmi

Editor
Ryan Humardani Syam Pratomo
Ely Rismawati

Bab 1

Pengenalan Akuaponik Dan Model-Model Yang Dapat Diaplikasikan

Semua sistem akuaponik memiliki beberapa komponen umum dan penting, diantaranya: tangki ikan, filter mekanis, biofilter, dan wadah hidroponik. Semua sistem menggunakan energi untuk mengedarkan air melalui pipa serta untuk penggunaan sistem aerasi air. Terdapat tiga desain utama area untuk penumbuhan tanaman hidroponik, yaitu: grow beds, grow pipes dan grow canals. Pada bab ini akan dibahas tentang komponen wajib dari sistem akuaponik, termasuk tangki ikan, filter mekanis, biofilter, sistem pipa, dan pompa.

1.1 Tangki/ Wadah Ikan

Tangki ikan adalah komponen penting di setiap unit, karena ikan membutuhkan kondisi yang nyaman untuk bertahan hidup dan berkembang. Oleh karena itu pemilihan tangki ikan harus dilakukan dengan bijak. Ada beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan, antara lain bentuk, bahan dan warna.

a. Bentuk Tangki

Meskipun bentuk tangki ikan apa pun bisa digunakan, tangki bulat dengan dasar rata/datar adalah yang direkomendasikan. Bentuknya yang bulat memungkinkan air bersirkulasi secara merata dan limbah padat dapat berpindah

menuju pusat tangki dengan gaya sentripetal. Bentuk tangki persegi dengan dasar rata juga dapat digunakan, tetapi membutuhkan sistem pembuangan limbah padat yang lebih aktif. Bentuk tangki sangat mempengaruhi sirkulasi air, dan cukup riskan menggunakan tangki dengan kualitas sirkulasi yang buruk. Tangki yang cenderung artistik dengan bentuk non-geometris dengan banyak lekukan dan tikungan dapat membuat titik mati di beberapa areanya. Area tersebut bisa mengumpulkan limbah dan menciptakan kondisi anoksik atau berbahaya bagi ikan. Jika tangki berbentuk non-geometris akan digunakan, maka perlu menambahkan pompa air atau pompa udara untuk memastikan sirkulasi yang tepat dan menghilangkan limbah padatan. Penting untuk memilih tangki yang sesuai dengan karakteristik spesies ikan yang dipelihara, karena beberapa spesies hidup di dasar perairan dan menyukai tangki vertikal dibandingkan bentuk tangki yang memanjang/horizontal.

b. Bahan

Bahan plastik padat atau fiberglass direkomendasikan karena daya tahan dan masa pakai yang panjang. Penggunaan tangki berbahan logam tidak memungkinkan karena bisa berkarat. Tangki berbahan plastik atau fiberglass mudah untuk dipasang (termasuk instalasi pipanya), bobotnya ringan serta dapat dengan mudah digeser/dipindahkan. Jika menggunakan wadah plastik, pastikan plastik tersebut tahan terhadap UV karena sinar matahari langsung dapat merusak/mendegradasi plastik. Secara umum, tangki berbahan *low-density polyethylene* (LDPE) lebih baik karena ketahanannya yang tinggi dan memiliki karakteristik food grade. Pilihan lainnya adalah kolam tanah, namun pada kolam alami sangat sulit untuk mengelola akuaponik karena proses biologis yang terjadi di dalam substrat atau lumpur pada dasar. Kolam semen atau kolam yang dilapisi plastik jauh lebih dapat diterima, dan bisa menjadi pilihan yang tidak mahal. Pemilihan kolam di dalam tanah harus

mempertimbangkan sistem perpipaan, terutama untuk pembuangan limbah/kotoran atau pergantian air. Pilihan berikutnya adalah wadah bekas, seperti bak mandi, tong, atau *intermediate bulk containers* (IBC). Namun sangat penting untuk memastikan wadah tersebut belum pernah digunakan sebelumnya untuk menyimpan bahan racun. Kontaminan, seperti bahan kimia yang terbawa pelarut, akan menembus ke dalam plastik berpori itu sendiri dan tidak bisa dihilangkan dengan mencuci.

c. Warna

Warna putih atau warna terang lainnya sangat disarankan karena memungkinkan lebih mudah melihat ikan untuk memeriksa perilaku dan jumlah limbah yang mengendap di bagian bawah tangki. Tangki putih juga akan memantulkan sinar matahari dan menjaga air tetap dingin. Atau, dapat pula menggunakan tangki berwarna lebih gelap kemudian dicat putih. Di daerah yang sangat panas atau dingin, perlu melakukan isolasi tangki secara termal.

d. Penutup dan Bayangan

Semua tangki ikan harus ditutup. Bayangan penutup akan mencegah pertumbuhan alga. Selain itu, penutup mencegah ikan melompat keluar (seringkali terjadi dengan ikan yang baru ditambahkan atau jika kualitas air menurun), mencegah daun dan puing-puing dari luar untuk masuk, dan mencegah predator seperti kucing dan burung menyerang ikan. Seringkali, jaring pelindung/*shading nets* yang menghalangi 80–90 persen sinar matahari digunakan. Kain peneduh dapat juga dilampirkan ke sebuah bingkai kayu sederhana untuk memberikan bobot dan membuat penutup mudah dilepas.

e. Kesalahan yang Sering Terjadi

Jangan biarkan tangki ikan kehilangan airnya, karena ikan akan mati jika tangki ikan tidak sengaja terkuras. Meskipun beberapa kecelakaan tidak dapat dihindari (misalkan pohon tumbang di tangki), namun sebagian besar kematian ikan disebabkan dari kesalahan manusia. Pastikan air tangki tidak akan mengalir/terbuang tanpa kesengajaan operator. Jika pompa air terletak di tangki ikan, pastikan untuk mengangkat pompa dari bawah sehingga tangki tidak akan pernah dipompa sampai kering. Gunakan pipa tegak di dalam tangki untuk menjamin tingkat air minimum.

1.2 Filtrasi Mekanis dan Biologis

a. Filtrasi Mekanis

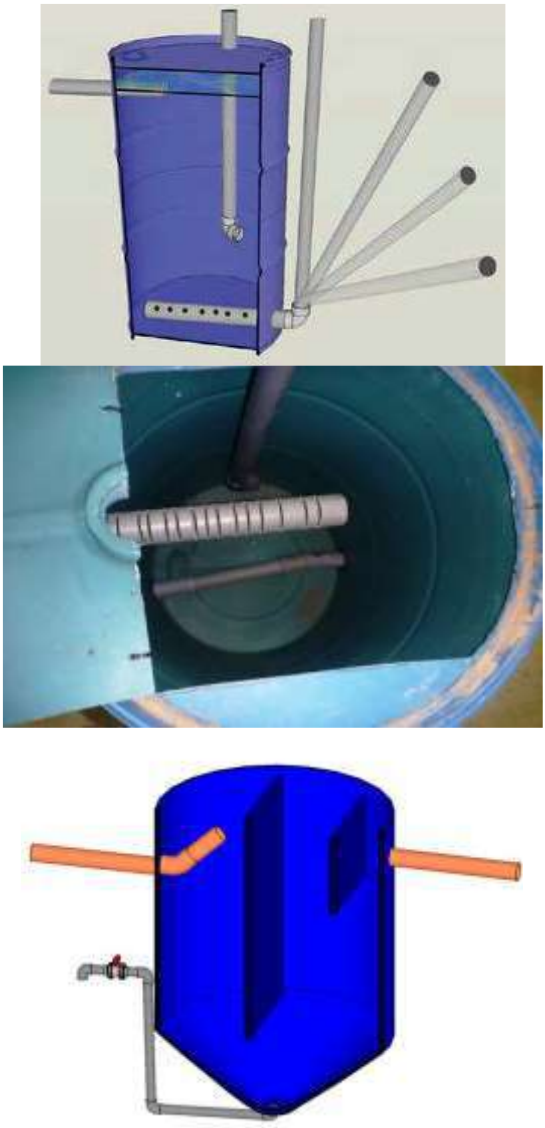
Untuk RAS, filtrasi mekanis bisa dibilang aspek yang paling penting dari desain. Filtrasi mekanis adalah pemisahan dan penghilangan padatan dan limbah ikan yang tersuspensi dari tangki ikan. Peranan filtrasi mekanis penting untuk menghilangkan limbah untuk menjaga kesehatan sistem, karena gas berbahaya akan dilepaskan oleh bakteri anaerob jika limbah padat dibiarkan membusuk di dalam tangki ikan. Lebih-lebih lagi, limbah dapat menyumbat sistem dan mengganggu air mengalir, menyebabkan kondisi anoxic untuk akar tanaman. Aquaponik skala kecil biasanya memiliki padat tebar lebih rendah daripada RAS intensif, metode yang awalnya dirancang untuk filter mekanis ini, tetapi beberapa tingkat penyaringan mekanis sangat penting untuk menjaga tangki akuaponik yang sehat, apa pun jenis metode hidroponik yang digunakan.

Ada beberapa jenis filter mekanis. Metode paling sederhana adalah screen/saringan atau filter yang terletak di antara tangki ikan dan tempat tumbuh. Screen ini dapat menangkap limbah padat, dan perlu sering dibilas/dicuci. Demikian pula, air yang keluar dari tangki ikan dapat melewati wadah kecil berisi bahan partikulat, terpisah dari alas media; wadah ini lebih mudah

dibilas secara berkala. Metode ini berlaku untuk beberapa unit akuaponik skala kecil, tetapi tidak mencukupi dalam sistem yang lebih besar dengan lebih banyak ikan dimana jumlah limbah padat lebih banyak. Ada banyak jenis filter mekanis, termasuk tangki sedimentasi/pengendapan, penjernih aliran radial, filter pasir atau bead dan filter baffle, masing-masing dapat digunakan sesuai dengan jumlah limbah padat yang perlu dibuang.

b. Pemisah Mekanis (Penjernih)

Clarifier adalah bejana khusus yang menggunakan sifat air untuk memisahkan partikel. Umumnya, air yang bergerak lebih lambat tidak dapat membawa partikel sebanyak air yang mengalir lebih cepat. Oleh karena itu, clarifier dibangun sedemikian rupa untuk mempercepat naik dan memperlambat air sehingga partikel terkonsentrasi di dasar dan bisa dihilangkan. Dalam penjernih pusaran, air dari tangki ikan masuk di dekat bagian tengah bawah penjernih melalui pipa. Pipa ini diposisikan bersinggungan dengan wadah sehingga memaksa air berputar dalam gerakan melingkar di dalam wadah. Gaya sentripetal yang diciptakan oleh gerakan melingkar air memaksa limbah padat di dalam air ke bagian tengah dan bawah wadah, karena air berada di bagian tengah pusaran lebih lambat dari yang di luar. Setelah limbah ini dikumpulkan di bawah, pipa yang menempel di dasar wadah dapat dibuka secara berkala, memungkinkan limbah padat keluar dari wadah. Air yang diklarifikasi keluar dari clarifier di bagian atas, melalui saluran keluar berlubang yang besar pipa ditutup dengan filter mesh sekunder, dan mengalir ke biofilter atau ke tempat media bead. Gambar 1.1 menunjukkan contoh sederhana pemisah mekanis untuk unit kecil hingga besar.



Gambar 1.1 Pemisah Padatan Mekanis

Limbah padat yang terperangkap dan dibuang mengandung nutrisi dan sangat berguna untuk sistem atau untuk tanaman pada umumnya; mineralisasi dari limbah padat dibahas pada bagian berikut. Pedoman umum untuk unit skala kecil adalah ukuran wadah pemisah mekanis menjadi sekitar

seperenam volume tangki ikan, tapi ini tergantung pada padat tebar dan tepatnya rancangan.

Filtrasi mekanis awal yang memadai adalah sangat penting untuk penggunaan unit NFT dan DWC yang bertujuan untuk menjebak dan membuang limbah padat. Tanpa proses awal ini, limbah padat akan menumpuk di pipa dan saluran serta akan menyumbat permukaan akar. Akumulasi limbah padat menyebabkan penyumbatan di pompa dan komponen pipa. Akhirnya, limbah tanpa filter juga akan menciptakan bintik-bintik anaerobik yang membahayakan sistem. Bintik-bintik anaerobik ini bisa menjadi pelabuhan bakteri yang menghasilkan hidrogen sulfida, gas sangat beracun yang dapat mematikan ikan, dihasilkan dari fermentasi limbah padat, yang sering dapat terdeteksi sebagai bau telur busuk.

c. Biofiltrasi

Biofiltrasi adalah konversi amonia dan nitrit menjadi nitrat oleh bakteri. Kebanyakan limbah ikan tidak dapat disaring menggunakan filter mekanis karena limbah langsung larut dalam air, dan ukuran partikelnya terlalu kecil untuk dihilangkan secara mekanis. Oleh karena itu, dalam rangka mengolah limbah mikroskopis ini menjadi sistem akuaponik yaitu menggunakan bakteri mikroskopis. Biofiltrasi sangat penting dalam akuaponik karena amonia dan nitrit beracun bahkan pada konsentrasi rendah, sedangkan tanaman membutuhkan nitrat untuk tumbuh. Dalam sebuah unit akuaponik, komponen biofilter sengaja dipasang sebagai rumah sebagian besar bakteri hidup. Selanjutnya, pergerakan air yang dinamis dalam biofilter akan memecah padatan yang sangat halus yang tidak ditangkap penjernih, yang selanjutnya mencegah penumpukan limbah pada akar tanaman di NFT dan DWC. Namun, beberapa fasilitas akuaponik besar mengikuti desain sistem yang dikembangkan di University of the Virgin Islands yaitu tidak menggunakan biofilter yang terpisah karena

kebanyakan mengandalkan pada permukaan unit yang basah, pada akar tanaman dan serapan tanaman langsung untuk memproses amonia. Biofiltrasi terpisah tidak diperlukan dalam teknik media bead karena bedengan tumbuh sendiri adalah biofilter yang sempurna.

Biofilter dirancang untuk memiliki ukuran dengan luas permukaan besar yang disuplai dengan air beroksigen. Biofilter dipasang di antara mekanik filter dan wadah hidroponik. Volume minimum wadah biofilter ini harus seperenam dari tangki ikan. Gambar 2 menunjukkan contoh biofilter untuk unit skala kecil. Salah satu media biofilter yang umum digunakan adalah Bioballs® yaitu produk eksklusif yang tersedia dari toko perlengkapan akuakultur, meskipun serupa merek umum ada. Bioballs® dirancang untuk menjadi bahan biofilter yang ideal, karena ukurannya kecil, terbuat dari plastik berbentuk khusus yang memiliki luas permukaan sangat besar (500–700 m^2/m^3). Media lain bisa digunakan, termasuk kerikil vulkanik, tutup botol plastik, nylon shower poufs, jaring, polyvinyl chloride (PVC) dan bantalan gosok nilon. Setiap biofilter harus memiliki rasio permukaan yang tinggi area ke volume, lembam dan mudah dibilas.



Gambar 1.2 Diagram unit biofilter skala kecil dan media biofilternya

Bioballs® memiliki luas permukaan hampir dua kali lipat rasio volume kerikil vulkanik, dan keduanya memiliki rasio yang lebih tinggi dari tutup botol plastik. Ketika menggunakan bahan biofilter suboptimal, penting untuk diisi biofilter sebanyak mungkin, tapi meski begitu permukaan yang disediakan oleh media mungkin tidak cukup untuk memastikan biofiltrasi yang memadai. Akan selalu lebih baik untuk memperbesar biofilter selama konstruksi awal, tetapi biofilter sekunder dapat ditambahkan kemudian jika diperlukan. Biofilter kadang-kadang perlu diaduk untuk mencegahnya menyumbat, dan kadang-kadang perlu dibilas jika limbah padat telah menyumbatnya, menciptakan anoxic zona.

Komponen lain yang diperlukan untuk biofilter adalah aerasi. Bakteri nitrifikasi perlu memadai akses ke oksigen untuk mengoksidasi amonia. Salah satu solusi mudahnya adalah dengan menggunakan pompa udara, penempatannya batu udara di bagian bawah wadah. Ini memastikan bahwa konsentrasi DO yang tinggi dan stabil. Pompa udara juga membantu memecah limbah padat yang tidak ditangkap oleh pemisah mekanis dengan mengaduk dan terus-menerus menggerakkan Bioballs® terapung. Untuk lebih menjebak padatan di dalam biofilter, dimungkinkan juga untuk memasukkan ember plastik silinder kecil yang penuh dengan jaring nilon (seperti Perlon®), spons atau kantong jaring diisi kerikil vulkanik di inlet biofilter (Gambar 1.3). Limbah tersebut terperangkap oleh filter mekanis sekunder tersebut, sehingga memungkinkan air yang tersisa mengalir ke bawah lubang kecil di bagian bawah ember ke dalam wadah biofilter. Limbah yang terperangkap juga tunduk pada mineralisasi dan degradasi bakteri.



Gambar 1.3. Detail Media Biofilter

d. Mineralisasi

Mineralisasi, dalam istilah akuaponik, mengacu pada cara limbah padat diproses danvdimetabolisme oleh bakteri menjadi nutrisi bagi tanaman. Limbah padat yang terperangkap oleh filter mekanis mengandung unsur hara; meskipun pengolahan limbah ini berbeda dengan biofiltrasi dan memerlukan pertimbangan tersendiri. Mempertahankan padatan dalam sistem keseluruhan akan menambah lebih banyak nutrisi kembali ke tanaman. Limbah apa pun yang tertinggal di filter mekanis, di dalam biofilter, atau di bedengan akan mengalami mineralisasi. Membiarkan limbah di tempat lebih lama memungkinkan lebih banyak mineralisasi; waktu tinggal limbah yang lebih lama dalam filter akan menyebabkan lebih banyak mineralisasi dan lebih banyak nutrisi yang dipertahankan dalam sistem. Namun, limbah padat yang sama ini, jika tidak dikelola dan termineralisasi dengan baik, akan menghalangi aliran air, mengonsumsi banyak oksigen, dan menyebabkan kondisi anoksik, yang pada gilirannya menyebabkan produksi gas hidrogen sulfida dan denitrifikasi yang berbahaya. Oleh karena itu, beberapa sistem besar dengan sengaja meninggalkan limbah padat di dalam filter, memastikan aliran air dan oksigenasi yang memadai, sehingga nutrisi dilepaskan secara maksimal. Namun, metode ini tidak praktis untuk sistem NFT dan DWC skala kecil. Jika diputuskan untuk sengaja memineralisasi padatan ini, ada cara sederhana untuk memfasilitasi penghancuran bakteri dalam wadah terpisah, cukup dengan menyimpan limbah ini dalam wadah terpisah ini dengan oksigenasi yang memadai menggunakan batu aerasi. Setelah waktu yang tidak ditentukan, limbah padat akan dikonsumsi, dimetabolisme, dan diubah oleh bakteri heterotrof. Pada titik ini, air dapat dituang dan ditambahkan kembali ke sistem akuaponik, dan sisa limbah yang volumenya berkurang dapat ditambahkan ke dalam tanah.

Sebagai alternatif, limbah padat ini dapat dipisahkan, dibuang, dan ditambahkan ke lahan pertanian, kebun, atau

kompos apa pun di dalam tanah sebagai pupuk yang berharga. Akan tetapi, kehilangan unsur hara ini dapat menyebabkan defisiensi pada tanaman yang kemudian membutuhkan tambahan unsur hara.

1.3 Komponen Hidroponik – Media Bed, NFT, DWC

Komponen hidroponik adalah istilah untuk menggambarkan bagian tumbuh tanaman dalam unit. Ada beberapa desain, tiga di antaranya dibahas secara mendetail pada bagian selanjutnya. Ketiga desain ini adalah: unit media bed, kadang-kadang disebut bed partikulat, dimana tanaman tumbuh di dalam substrat; unit nutrient film technique (NFT), di mana tanaman tumbuh dengan akarnya dalam pipa lebar yang disuplai dengan tetesan air kultur; dan unit deep water culture (DWC) juga disebut akuaponik rakit atau sistem hamparan terapung, dimana tanaman digantung di atas tangki air menggunakan rakit apung. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan, semua dengan gaya komponen yang berbeda sesuai dengan kebutuhan masing-masing metode.

1.4. Teknik Media Bed

Unit media-filled bed adalah desain yang paling populer untuk akuaponik skala kecil. Metode ini sangat dianjurkan untuk sebagian besar wilayah berkembang. Desain ini efisien dalam penggunaan ruang, memiliki biaya awal yang relatif rendah, dan cocok untuk pemula karena cukup sederhana. Pada unit media bed, media tanam digunakan untuk menopang akar tanaman dan juga bertindak sebagai filter, baik secara mekanis maupun biologis. Fungsi ganda ini merupakan alasan utama mengapa unit media bed adalah teknik yang paling sederhana; dibandingkan metode NFT dan DWC yang membutuhkan komponen yang terisolasi dan lebih rumit untuk penyaringan. Namun, teknik media bed bisa menjadi berat dan relatif mahal pada skala yang lebih besar. Media dapat tersumbat jika kepadatan tebar ikan melebihi daya tampung bedengan, dan hal

ini memerlukan penyaringan terpisah. Penguapan air lebih tinggi pada media bed dengan luas permukaan yang lebih banyak terkena sinar matahari. Beberapa media sangat berat.

Ada banyak desain untuk media bed, dan teknik ini mungkin yang paling mudah diadaptasi. Misalnya, *Bumina* adalah teknik akuaponik yang banyak digunakan di Indonesia yang menggunakan banyak media bed kecil yang terhubung ke tangki ikan. Selain itu, bahan daur ulang dapat dengan mudah digunakan kembali untuk menampung media dan ikan.

1.5 Dinamika Aliran Air

Gambar 1.4 menunjukkan komponen utama sistem akuaponik yang menggunakan media bed, termasuk tangki ikan, media bed, sump tank dan pompa air, serta balok beton sebagai penyangga. Hal tersebut paling mudah dipahami dengan mengikuti aliran air melalui sistem. Air mengalir secara gravitasi dari tangki ikan, melalui filter mekanis sederhana dan masuk ke tempat media bed. Media bed tersebut penuh dengan media biofilter berpori yang berfungsi sebagai filter mekanis dan biologis serta lokasi mineralisasi. Media bed ini menampung koloni bakteri nitrifikasi serta menyediakan tempat bagi tanaman untuk tumbuh. Saat keluar dari media bed, air mengalir ke tangki sump melalui gaya gravitasi. Pada titik ini, air relatif bebas dari limbah padat dan terlarut. Akhirnya, air bersih ini dipompa kembali ke tangki ikan, yang menyebabkan permukaan air naik dan meluap dari tangki ikan kembali ke media bed, demikian siklusnya. Beberapa media bed dirancang untuk *flood* dan *drain*, yang berarti bahwa permukaan air naik ke titik tertentu dan kemudian benar-benar terkuras. Ini akan menambah oksigen ke akar tanaman dan membantu biofiltrasi amonia. Metode irigasi media lainnya menggunakan aliran air yang konstan, baik masuk ke satu sisi bedengan dan keluar dari sisi lainnya, atau didistribusikan melalui rangkaian irigasi tetes.



Gambar 1.4. Ilustrasi Unit Media Bed Skala Kecil

1.6 Konstruksi Media Bed

a. Bahan

Media bed dapat dibuat dari plastik, fiberglass atau rangka kayu dengan lapisan karet kedap air atau polietilen pada alas dan dinding bagian dalam. Istilah populer "*do-it-yourself*" (DIY) dapat pula membuat media bed dari wadah plastik lainnya, seperti IBC yang dimodifikasi atau bak mandi bekas (Gambar 1.5). Dimungkinkan untuk menggunakan semua bahan tersebut sebagai alas dan jenis tangki lainnya selama memenuhi persyaratan berikut:

- cukup kuat untuk menahan air dan media tumbuh tanpa pecah;
- mampu bertahan dari cuaca yang sulit/ekstrim;
- terbuat dari bahan *food grade* yang aman untuk ikan, tumbuhan dan bakteri;
- dapat dengan mudah dihubungkan ke komponen unit lain melalui komponen pipa sederhana; dan
- dapat ditempatkan pada posisi yang dekat dengan komponen unit lainnya.



Gambar 1.5. Konstruksi Media Bed dari *Intermediate Bulk Containers* (IBC)

b. Bentuk

Bentuk standar untuk alas media adalah persegi panjang, dengan ukuran lebar sekitar 1 m dan panjang 1–3 m. Bed dengan ukuran yang lebih besar dapat pula digunakan/ diproduksi, tetapi membutuhkan dukungan tambahan (yaitu balok beton) untuk menahan beratnya. Selain itu, lapisan yang lebih panjang mungkin memiliki distribusi padatan yang tidak merata yang cenderung menumpuk di saluran masuk air, meningkatkan risiko spot anaerobik. Bed tidak boleh terlalu lebar sehingga tidak dapat dijangkau oleh petani/operator.

c. Kedalaman Media

Kedalaman bedengan penting karena akan mengontrol jumlah volume ruang akar dalam unit yang menentukan jenis sayuran yang dapat ditanam. Jika menanam sayuran berbuah besar seperti tomat, okra atau kol, bedeng media harus memiliki kedalaman 30 cm, jika tidak sayuran yang lebih besar tidak akan memiliki ruang akar yang cukup, akan mengalami anyaman akar dan defisiensi nutrisi, dan mungkin akan roboh. Sayuran hijau berdaun kecil hanya membutuhkan kedalaman media 15–20 cm, menjadikannya pilihan yang baik jika ukuran bedengan media terbatas. Meski begitu, beberapa percobaan menunjukkan bahwa

bahkan tanaman yang lebih besar dapat tumbuh di bed yang dangkal jika konsentrasi unsur hara cukup.

d. Pilihan Media

Semua media tanam yang berlaku akan memiliki beberapa kriteria umum dan esensial. Media harus memiliki luas permukaan yang memadai namun tetap permeabel untuk air dan udara, sehingga memungkinkan bakteri tumbuh, air mengalir dan akar tanaman bernafas. Media harus inert, tidak berdebu, dan tidak beracun, serta harus memiliki pH netral agar tidak mempengaruhi kualitas air. Penting untuk mencuci media secara menyeluruh sebelum memasukkannya ke dalam bedengan, terutama kerikil vulkanik yang mengandung debu dan partikel kecil. Partikel-partikel ini dapat menyumbat sistem dan berpotensi merusak insang ikan. Terakhir, penting untuk bekerja dengan bahan yang nyaman bagi petani. Kriteria penting ini tercantum di bawah ini:

- area permukaan yang luas untuk pertumbuhan bakteri;
- pH netral dan inert (artinya media tidak memiliki potensi sebagai bahan beracun);
- properti drainase yang baik;
- mudah dikerjakan;
- ruang yang cukup untuk udara dan air mengalir dalam media;
- tersedia dan hemat biaya; dan
- ringan, jika memungkinkan.

e. Kerikil Vulkanik

Kerikil vulkanik adalah media yang paling populer digunakan untuk unit media bed dan direkomendasikan jika tersedia (Gambar 6). Tiga kualitas terbaik dari kerikil vulkanik adalah bahwa ia memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang sangat tinggi, harganya murah dan mudah

diperoleh, dan hampir lembam secara kimiawi. Kerikil vulkanik memiliki rasio luas permukaan terhadap volume sekitar 300 m^2 /m^3 , tergantung pada ukuran partikelnya, yang menyediakan ruang yang cukup bagi bakteri untuk berkoloni. Kerikil vulkanik berlimpah di banyak lokasi di seluruh dunia. Setelah dicuci dari debu dan kotoran, kerikil vulkanik hampir sepenuhnya inert secara kimiawi, kecuali pelepasan kecil unsur mikro seperti besi dan magnesium dan penyerapan ion fosfat dan kalium dalam beberapa bulan pertama setelah memulai suatu unit. Ukuran kerikil vulkanik yang direkomendasikan adalah diameter 8–20 mm. Kerikil yang lebih kecil cenderung tersumbat oleh limbah padat dan kerikil yang lebih besar tidak menawarkan luas permukaan atau penyangga tanaman seperti yang diperlukan.

f. Batu Kapur

Kapur tidak direkomendasikan sebagai media tumbuh, meskipun umumnya digunakan (Gambar 6). Batu kapur, batuan sedimen, kurang diminati dibandingkan media lain karena memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang lebih rendah, berat, dan tidak lembam. Batu kapur terutama terdiri dari kalsium karbonat ($CaCO_3$), yang larut dalam air dan mempengaruhi kualitas air. Kapur akan meningkatkan KH air, yang juga akan meningkatkan pH. Oleh karena itu, bahan ini lebih baik digunakan dimana sumber air sangat rendah alkalinitasnya atau bersifat asam, karena dalam kasus air alkali akan membutuhkan koreksi asam konstan dari air yang masuk. Namun demikian, sedikit tambahan batu kapur dapat membantu mengimbangi efek pengasaman dari bakteri nitrifikasi, yang dapat mengimbangi kebutuhan penyangga air biasa dalam sistem yang seimbang. Batu kapur mungkin tidak nyaman untuk dikerjakan dalam hal penanaman dan pemanenan, dan dapat mengalami penyumbatan jika granulometri yang tepat tidak dipilih. Namun, seringkali ini adalah bentuk kerikil termurah dan paling umum yang tersedia. Kapur hanya dapat diterima

sebagai media jika tidak ada media lain yang tersedia, namun perlu diperhatikan dampaknya terhadap kualitas air.



Gambar 1.6. Media Tumbuh Tanaman: a). Kerikil vulkanik, b). Batu kapur, c). Pellet LECA

g. Agregat Tanah Liat

Light expanded clay aggregate (LECA) terdiri dari kerikil tanah liat yang diperluas (Gambar 6). Awalnya, itu diproduksi untuk isolasi termal atap bangunan, tetapi baru-baru ini digunakan dalam hidroponik. Kerikil ini berbentuk bulat dan sangat ringan dibandingkan dengan substrat lainnya. LECA sangat nyaman untuk digunakan dan ideal untuk produksi atap. Luas permukaan LECA sekitar 250–300 m^2/m^3 yang berada dalam kisaran target. Namun, LECA relatif mahal dan tidak banyak tersedia di seluruh dunia. Muncul dalam berbagai ukuran; untuk akuaponik, disarankan ukuran yang lebih besar dengan diameter 8–20 mm. Bahan ini dapat memberikan manfaat tambahan bagi penanam jika media bedengan ditempatkan langsung di lantai atap (tergantung desain). Bangunan sebenarnya bisa mendapatkan keuntungan dari insulasi tambahan, yang dapat mengurangi biaya pendinginan/ pemanasan rumah.

h. Pilihan Media Lain yang Memungkinkan

Jika media yang disebutkan di atas tidak tersedia, dimungkinkan untuk menggunakan media lain. Alternatifnya meliputi: kerikil dasar sungai, yang biasanya berupa batu gamping tetapi dapat memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang rendah bergantung pada granulometri; batu apung (juga rockwool), bahan vulkanik putih/ abu-abu yang juga populer digunakan sebagai media tumbuh dalam hidroponik; plastik daur ulang, meskipun plastik mengapung dan perlu dipegang terendam dengan lapisan kerikil di atasnya; atau substrat organik seperti serabut kelapa, serbuk gergaji, lumut gambut atau sekam padi, yang seringkali tidak mahal tetapi berisiko menjadi anoksik, memburuk seiring waktu dan menyumbat sistem. Namun, substrat organik dapat digunakan untuk sementara waktu dalam akuaponik, dan setelah mulai rusak, media dapat dikeluarkan dari sistem, dibuat kompos, dan digunakan sebagai tambahan tanah yang berharga untuk tanaman media tanah. Tabel 1 merangkum karakteristik utama dari semua media tanam yang disebutkan di atas.

Tabel 1.1. Karakteristik perbedaan media tumbuh

Tipe Media	Area permukaan (m^2/m^3)	pH	Biaya	Berat	Masa pakai	Tampungan air	Dukungan tanaman	Kemudahan untuk dikerjakan
Kerikil vulkanik (tuff)	300-400	Netral	Sedang	Sedang	Panjang	Sedang-Rendah	Sangat Baik	Sedang
Kerikil vulkanik (batu apung)	200-300	Netral	Sedang-Tinggi	Ringan	Panjang	Sedang	Sedang-Rendah	Mudah
Batu kapur	150-200	Dasar	Rendah	Berat	Panjang	Rendah	Sangat Baik	Sulit
Tanah liat (LECA)	250-300	Netral	Tinggi	Ringan	Panjang	Sedang-Rendah	Sedang	Mudah
Tutup botol plastik	50-100	Inert	Rendah	Ringan	Panjang	Rendah	Rendah	Mudah
Serabut kelapa	200-400 (bervariasi)	Netral	Rendah-Tinggi	Ringan	Pendek	Tinggi	Sedang	Mudah

i. Pemindahan Air oleh Media

Tergantung pada medianya, itu akan menempati sekitar 30-60 persen dari total volume media bed. Persentase ini akan membantu menentukan ukuran tangki sump untuk setiap unit, karena tangki sump, paling tidak, perlu menampung total volume air yang terkandung di semua media bed. Tangki sump harus sedikit lebih besar untuk memastikan selalu ada air yang cukup agar pompa dapat bekerja tanpa pernah kering. Misalnya, untuk media bed berukuran 1.000 liter (dimensi panjang 2m×lebar 2m×kedalaman media 0,25m), media tumbuh akan memindahkan 300–600 liter ruang ini, dan karenanya volume air media bed akan menjadi 400–700 liter. Direkomendasikan agar volume wadah setidaknya 70 persen dari total volume wadah media. Untuk contoh ini, tangki bah harus berukuran kira-kira 700 liter.

1.7 Filtrasi

Lapisan media berfungsi sebagai filter yang sangat efisien, baik secara mekanis maupun biologis. Berbeda dengan sistem NFT dan DWC (dibahas di bawah), teknik media bed menggunakan kombinasi filter dan area tumbuh tanaman. Selain itu, media bed menyediakan tempat terjadinya mineralisasi, yang tidak ada dalam sistem NFT dan DWC. Namun, pada padat penebaran yang tinggi (>15 kg/m3), filtrasi mekanis dapat kewalahan dan menghadapi risiko media tersumbat dan menghasilkan spot anaerobik berbahaya.

a. Filter mekanis

Lapisan media berisi berfungsi sebagai filter fisik besar, menangkap dan menampung limbah ikan padat dan tersuspensi serta limbah organik terapung lainnya. Keefektifan filter ini akan bergantung pada ukuran partikel media karena partikel yang dikemas lebih kecil akan lebih padat dan menangkap lebih banyak padatan. Selain itu, laju aliran air yang tinggi dapat memaksa partikel melewati media bed dan keluar dari filter.

Seiring waktu, limbah padat yang ditangkap akan terurai dan termineralisasi. Sistem yang seimbang dengan baik akan memproses semua limbah padat yang masuk.

Ketika media bed berukuran tidak tepat untuk kepadatan penebaran, media bed dapat tersumbat oleh padatan. Hal ini menunjukkan kesalahan dalam desain asli ketika rasio laju umpan digunakan untuk menyeimbangkan sistem. Situasi ini menyebabkan bed tersumbat oleh limbah padat, sirkulasi air yang buruk, area anoxic dan kondisi berbahaya. Ketika ini terjadi, media perlu dicuci, karena dapat mengganggu siklus pertumbuhan tanaman dan dapat mengganggu bakteri nitrifikasi.

Untuk menghindari situasi ini, pastikan bahwa desain asli mempertimbangkan kepadatan tebar, cara pemberian pakan, dan menggunakan rasio laju pemberian pakan untuk menghitung luas media yang diperlukan. Sebagai alternatif, perangkat penangkap padatan lain dapat diintegrasikan ke dalam unit desain. Hal ini juga direkomendasikan jika kepadatan penebaran melebihi 15 kg/m^3 dan/atau jika laju pemberian pakan di atas 50 g/hari untuk setiap meter persegi bedengan. Ada beberapa opsi untuk filter mekanis tambahan ini. Teknik yang sederhana dan murah adalah dengan menempelkan saringan/kantong ke keran tempat air dari tangki ikan masuk ke media bed. Filter sederhana ini dapat dilepas setiap hari dan dibilas. Metode lain yang lebih rumit adalah menempatkan ember berukuran 3–5 liter di dalam media bed dengan beberapa lubang kecil (6–8 mm) yang dibor ke permukaan samping. Spons, jaring nilon atau bahkan media tanam (kerikil vulkanik, LECA) dapat diikat dalam kantong jaring inert berpori dan ditempatkan ke dalam ember ini. Filter ini akan menjebak limbah padat, dan filter kemudian dapat dilepas secara berkala untuk dibilas dan diganti.

a.Filtrasi Biologis

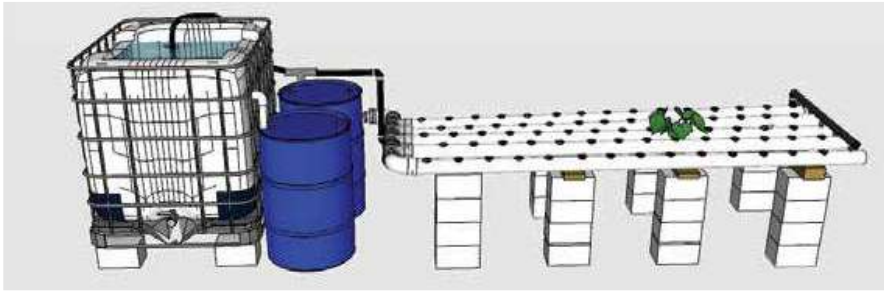
Semua media tanam yang diuraikan di sini memiliki area permukaan yang luas di mana bakteri nitrifikasi dapat berkoloni. Dari semua desain akuaponik, media bed memiliki filtrasi biologis paling banyak karena area media yang luas tempat bakteri dapat tumbuh. Kapasitas biofiltrasi dapat dibatasi atau hilang jika media bed menjadi anoksik, jika suhu turun atau jika kualitas air buruk, tetapi umumnya media bed memiliki filtrasi biologis yang lebih dari cukup.

b. Mineralisasi

Seiring waktu, limbah ikan padat dan tersuspensi serta semua kotoran lainnya secara perlahan dipecah oleh proses biologis dan fisik menjadi nutrisi sederhana dalam bentuk molekul dan ion sederhana yang dapat diserap dengan mudah oleh tanaman. Jika lumpur menumpuk di media bed dan tidak keluar, ini mungkin menunjukkan bahwa proses mineralisasi tidak cukup. Dalam hal ini, rekomendasinya adalah menggunakan penyaringan mekanis yang lebih efektif dan mengolah limbah yang disaring secara terpisah.

1.8. Teknik Film Nutrien (NFT)

NFT adalah metode hidroponik menggunakan pipa horizontal dengan aliran air dangkal kaya nutrisi yang mengalir melaluinya (Gambar 7). Tanaman ditempatkan di dalam lubang di bagian atas pipa, dan dapat menggunakan lapisan tipis air kaya nutrisi tersebut. Baik NFT dan DWC adalah metode yang populer untuk akuaponik komersial karena keduanya secara finansial lebih layak daripada unit media beds saat ditingkatkan kapasitasnya (Gambar 1.7). Teknik tersebut sangat rendah penguapan karena air sepenuhnya terlindung dari sinar matahari. Teknik ini jauh lebih rumit dan mahal daripada media beds, dan mungkin tidak sesuai di lokasi dengan akses yang tidak memadai ke suplier. Teknik ini paling berguna dalam aplikasi perkotaan, khususnya saat menggunakan ruang vertikal.



Gambar 1.7. Ilustrasi Unit NFT

Meskipun semua metode memiliki perbedaan pendekatan untuk menanam tanaman, namun paling banyak perbedaan penting di antara mereka adalah metode filtrasi yang digunakan unit NFT dan DWC dibandingkan dengan metode media beds. Tulisan ini menjelaskan metode penyaringan untuk unit NFT dan DWC secara rinci. Setelah itu, metode NFT dan DWC dibahas satu per satu. Tata letak umum bagian ini dimulai dengan dinamika aliran air, atau bagaimana airnya bergerak melalui sistem. Kemudian metode filtrasi dibahas, diikuti dengan yang spesifik pedoman penanaman untuk sistem NFT.



Gambar 1.8. Pertumbuhan Lettuce Pada Unit NFT Komersial

1.9. Dinamika Aliran Air

Air mengalir secara gravitasi dari tangki ikan, melalui filter mekanis dan masuk ke dalam kombinasi biofilter/sump. Dari sump, air dipompa ke dua arah melalui konektor dan katup "Y". Sebagian air dipompa langsung kembali ke tangki ikan. Air yang

tersisa dipompa ke manifold yang mendistribusikan air secara merata melalui pipa NFT. Air mengalir karena gravitasi, turun melalui pipa tempat tanaman berada. Saat keluar dari pipa, air dikembalikan ke biofilter/sump, dimana sekali lagi dipompa ke dalam tangki ikan atau pipa tempat tanaman.

Air yang masuk ke tangki ikan menyebabkan tangki ikan meluap melalui pintu keluar pipa dan kembali ke filter mekanis, sehingga menjadi siklus. Desain ini memastikan bahwa air yang disaring masuk ke kedua tangki ikan dan pipa tempat tanaman, sementara hanya menggunakan satu pompa. Tidak perlu menempatkan sump lebih rendah dari unit lainnya, membuat desain ini memungkinkan untuk digunakan pada unit yang sudah ada lantai beton atau di atas atap. Semua komponen berada pada tingkat kerja yang nyaman untuk petani tanpa membungkuk atau menggunakan tangga. Apalagi desainnya memanfaatkan sepenuhnya ukuran wadah IBC untuk memastikan ruang yang cukup untuk ikan. Salah satu kekurangannya adalah bahwa kombinasi sump/biofilter bekerja untuk mengencerkan konsentrasi nutrisi dari air mencapai pipa tempat tanaman, dan pada saat yang sama, mengembalikan air ke ikan sebelumnya air telah sepenuhnya dilepaskan dari nutrisi. Namun, sedikit pengenceran dikelola dengan mengontrol aliran dua arah meninggalkan bah/biofilter dan, secara keseluruhan, hanya memiliki sedikit efek pada kemanjuran sistem ini mengingat manfaat yang diberikan. Umumnya, pompa mengembalikan 80 persen air ke tangki ikan dan 20 persen sisanya ke tempat tumbuh atau saluran, dan ini dapat dikontrol dengan katup.

1.10. Filtrasi Mekanis dan Biologis

Filtrasi khusus sangat penting dalam unit NFT dan DWC. Berbeda dengan teknik media bed yang menggunakan media tumbuhnya sebagai biofilter dan filter mekanis. Oleh karena itu, kedua jenis filter perlu dibangun dengan sengaja: pertama,

perangkap fisik untuk menangkap limbah padat, dan kemudian filter biologis untuk nitrifikasi. Seperti yang disebutkan sebelumnya, ada banyak jenis filter mekanis, serta unit NFT dan DWC membutuhkan filter yang berada di ujung atas spektrum yang diuraikan di dalamnya. Desain filter putaran mekanis untuk menjebak limbah partikulat, dengan pelepasan padatan yang ditangkap secara berkala. Pada saat keluar dari filter pusaran, air melewati saringan jarring/jala tambahan untuk menjebak sisa padatan dan kemudian mencapai biofilter. Biofilter teroksigenasi dengan baik dengan batu aerasi dan berisi media biofiltrasi, biasanya Bioballs®, jaring nilon atau tutup botol, tempat bakteri nitrifikasi mengubah limbah terlarut. Dengan filtrasi yang tidak mencukupi, unit NFT dan DWC akan menyumbat, menjadi anoxic dan menunjukkan kondisi pertumbuhan yang buruk untuk tanaman dan ikan.

1.11. Konstruksi dan Penanaman NFT

Melanjutkan dari metode filtrasi yang dijelaskan di atas, NFT kemudian menggunakan pipa plastik yang ditata secara horizontal untuk menanam sayuran menggunakan air akuaponik (Gambar 9). Jika memungkinkan, bisa menggunakan pipa berbentuk persegi panjang dengan lebar lebih besar dari tinggi, yang merupakan standar di kalangan penanam hidroponik. Alasannya terletak pada lapisan air yang lebih besar yang mengenai akar dengan tujuan meningkatkan penyerapan unsur hara dan pertumbuhan tanaman. Salah satu manfaat NFT adalah bahwa pipa dapat disusun dalam banyak pola, dan dapat memanfaatkan ruang vertikal, dinding dan pagar, serta balkon.



Gambar 1.9. Pipa Tanam NFT

Air dipompa dari biofilter ke setiap pipa hidroponik dengan aliran kecil yang sama menciptakan aliran dangkal air akuaponik kaya nutrisi yang mengalir di sepanjang dasar. Pipa tumbuh berisi sejumlah lubang di sepanjang bagian atas pipa tempat tanaman ditempatkan. Saat tanaman mulai mengonsumsi air yang kaya nutrisi dari aliran, mereka mulai mengembangkan sistem akar di dalam pipa tumbuh. Pada saat yang sama, batang dan daunnya tumbuh di sekitar pipa. Lapisan air yang dangkal di bagian bawah setiap pipa memastikan bahwa akar menerima oksigen dalam jumlah besar di zona akar bersama dengan kelembapan dan nutrisi. Menjaga aliran yang dangkal memungkinkan akar memiliki permukaan pertukaran udara yang lebih besar. Aliran air untuk setiap pipa tumbuh tidak boleh lebih dari 1–2 liter/menit. Laju aliran dikendalikan dari katup-Y, dengan semua kelebihan aliran air dikembalikan ke tangki ikan.

1.12. Bentuk dan Ukuran Pipa Tumbuh

Perlu dilakukan pemilihan pipa dengan diameter optimal untuk jenis tanaman yang ditanam. Pipa dengan penampang persegi adalah yang terbaik, tetapi pipa bundar lebih umum dan dapat diterima sepenuhnya. Untuk sayuran buah yang lebih besar, diperlukan pipa tanam berdiameter 11 cm, sedangkan sayuran berdaun hijau dan kecil yang tumbuh cepat dengan massa akar kecil hanya membutuhkan pipa dengan diameter 7,5 cm. Untuk polikultur skala kecil (menanam berbagai jenis sayuran) sebaiknya digunakan pipa berdiameter 11 cm. Hal ini untuk menghindari keterbatasan pemilihan tanaman karena tanaman kecil selalu dapat ditanam di pipa yang lebih besar, meskipun kerapatan tanam akan dikorbankan. Tanaman dengan sistem akar yang luas, termasuk tanaman dewasa yang lebih tua, dapat menyumbat pipa yang lebih kecil dan menyebabkan limpahan dan kehilangan air. Berhati-hatilah dengan tomat dan mint, karena sistem akarnya yang besar dapat dengan mudah menyumbat bahkan pipa besar.



Gambar 1.10. Media Tanam, Net Pot, dan Sayuran Siap Panen

Panjang pipa tumbuh bisa antara 1 dan 12 m. Pada pipa yang lebih panjang dari 12 m, defisiensi unsur hara dapat terjadi pada tanaman menjelang akhir pipa karena tanaman pertama telah melepaskan unsur hara. Kemiringan sekitar 1 cm/m panjang pipa diperlukan untuk memastikan air mengalir melalui

seluruh pipa dengan mudah. Kemiringan dikendalikan dengan menggunakan shims (irisan) di sisi yang jauh dari tangki ikan.

Pipa PVC direkomendasikan karena biasanya paling banyak tersedia dan tidak mahal. Pipa putih harus digunakan karena warnanya memantulkan sinar matahari, sehingga bagian dalam pipa tetap dingin. Sebagai alternatif, pipa hidroponik persegi atau persegi panjang dengan dimensi lebar 10 cm × tinggi 7 cm direkomendasikan. Pipa hidroponik profesional untuk penanam komersial biasanya berbentuk seperti ini, dan beberapa penanam menggunakan tiang pagar vinil.

1.13 Penanaman di dalam Pipa Tumbuh

Lubang yang dibor ke dalam pipa hidroponik harus berdiameter 7–9 cm, dan harus sesuai dengan ukuran net pot yang tersedia. Harus ada jarak minimal 21 cm antara bagian tengah setiap lubang tanaman untuk memberikan ruang tanaman yang cukup untuk sayuran berdaun hijau dan sayuran yang lebih besar.

Setiap bibit ditempatkan ke dalam net pot plastik, yang kemudian ditempatkan di dalam pipa tanam. Ini memberikan dukungan fisik untuk tanaman. Net pot diisi dengan media hidroponik serba guna (kerikil vulkanik, rockwool atau LECA) di sekitar bibit. Jika diinginkan, pipa PVC sepanjang 5–10 cm dengan panjang 5 cm dapat ditempatkan di dalam net pot sebagai penyeimbang dan penyangga lebih lanjut untuk tanaman.

Jika net pot plastik tidak tersedia atau terlalu mahal, bisa menggunakan gelas minum plastik biasa. Ikuti prosedur penanaman seperti yang diuraikan pada paragraf sebelumnya, pastikan untuk menambahkan banyak lubang pada gelas minuman plastik sehingga akar memiliki banyak akses ke dalam pipa tumbuh. Penanam lain telah sukses dengan open-cell foam yang fleksibel untuk menopang tanaman di dalam pipa tumbuh.

Saat pertama kali menanam bibit ke dalam pipa, pastikan akarnya dapat menyentuh aliran air di bagian bawah pipa. Ini akan memastikan bahwa bibit muda tidak mengalami dehidrasi. Sebagai alternatif, sumbu dapat ditambahkan agar jejak itu masuk ke aliran air. Selain itu, disarankan untuk menyirami bibit dengan air akuaponik satu minggu sebelum dipindahkan ke unit. Ini akan membantu mengurangi guncangan transplantasi untuk tanaman saat mereka terbiasa dengan air baru.

1.14. Teknik Deep Water Culture (DFT)

Metode DWC melibatkan tanaman yang ditangguhkan dalam lembaran polistiren, dengan akarnya menjuntai ke dalam air. Metode ini adalah yang paling umum untuk aquaponik komersial besar yang menanam satu jenis tanaman tertentu (biasanya selada, daun selada atau kemangi), dan lebih cocok untuk mekanisasi. Dalam skala kecil, teknik ini lebih rumit daripada alas media, dan mungkin tidak sesuai untuk beberapa lokasi, terutama di mana akses ke materi terbatas.



Gambar 1.11. Ilustrasi Unit DWC Skala Kecil

Menggunakan media bed sebagai filtrasi

1.15. Dinamika Aliran Air

Dinamika aliran air di DWC hampir identik dengan yang melalui NFT. Air mengalir secara gravitasi dari tangki ikan, melalui filter mekanis, dan masuk ke dalam kombinasi biofilter/sump. Dari sump, air dipompa dalam dua arah melalui

konektor dan katup “Y”. Air dipompa langsung kembali ke tangki ikan. Air yang tersisa dipompa ke manifold, yang mendistribusikan air secara merata melalui kanal. Air mengalir dengan gravitasi, melalui saluran tumbuh di mana tanaman berada dan keluar di sisi yang jauh. Saat keluar dari kanal, air dikembalikan ke biofilter/sump, di mana lagi dipompa ke dalam tangki ikan atau kanal. Air yang masuk ke tangki ikan menyebabkan tangki ikan meluap melalui pipa keluar dan kembali ke filter mekanis, sehingga menyelesaikan siklus.

Seperti di NFT, air mengalir melalui filter mekanis dan biofilter sebelum dipompa kembali ke tangki ikan dan saluran tanaman. Salah satu kelemahan dalam konfigurasi ini adalah kombinasi sump/biofilter mengembalikan sebagian air limbah dari saluran tanaman kembali ke tanaman. Namun, tidak seperti di NFT di mana nutrisi dalam lapisan kecil air yang mengalir di tingkat akar cepat habis, volume besar air yang terkandung dalam saluran DWC memungkinkan sejumlah besar nutrisi digunakan oleh tanaman.

Ketersediaan nutrisi seperti itu juga akan menyarankan desain sistem yang berbeda. Distribusi serial air di sepanjang kanal DWC dapat dibangun hanya dengan menggunakan konfigurasi "kaskade" dengan hanya satu saluran masuk yang melayani tangki terjauh. Dalam hal ini, saluran keluar dari satu tangki akan menjadi saluran masuk tangki berikutnya, dan peningkatan aliran air akan membantu akar mengakses aliran nutrisi yang lebih tinggi.

Dalam sistem DWC, air dipompa dari wadah biofilter ke dalam kanal yang memiliki lembaran polistiren yang mengambang di atasnya yang menopang tanaman. Debit aliran air yang masuk ke setiap saluran relatif rendah. Umumnya, setiap kanal memiliki waktu retensi 1–4 jam. Waktu retensi adalah konsep yang mirip dengan tingkat perputaran, dan mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengganti

semua air dalam wadah. Misalnya, jika volume air satu saluran adalah 600 liter dan laju aliran air yang masuk ke wadah adalah 300 liter/jam, waktu retensinya adalah 2 jam (600 liter-300 liter/jam).

1.16. Filtrasi Mekanis dan Biologis

Filtrasi mekanis dan biologis dalam unit DWC sama dengan unit NFT yang telah dijelaskan sebelumnya.

Konstruksi dan Penanaman DWC

Saluran dapat memiliki panjang yang bervariasi, dari satu hingga puluhan meter (Gambar 1.12). Secara umum, panjangnya tidak menjadi masalah, seperti yang terlihat di NFT, karena volume air yang besar memungkinkan pasokan nutrisi yang cukup. Nutrisi tanaman yang optimal dalam saluran yang sangat panjang harus selalu memungkinkan masuknya air yang cukup dan oksigenasi ulang untuk memastikan bahwa nutrisi tidak habis dan akar dapat bernafas. Sejauh menyangkut lebar, umumnya disarankan untuk menjadi lebar standar lembaran polistiren, tetapi bisa kelipatannya. Namun, saluran yang lebih sempit dan lebih panjang memungkinkan kecepatan air yang lebih tinggi yang dapat menguntungkan akar dengan aliran nutrisi yang lebih besar. Pemilihan lebar juga harus mempertimbangkan aksesibilitas oleh operator. Kedalaman yang disarankan adalah 30 cm untuk memungkinkan ruang akar tanaman yang memadai. Mirip dengan tangki ikan, kanal dapat dibuat dari bahan lembam yang kuat yang dapat menahan air. Untuk unit skala kecil, bahan populer termasuk wadah plastik IBC atau fiberglass buatan. Kanal-kanal yang jauh lebih besar dapat dibangun dengan menggunakan balok kayu atau balok beton yang dilapisi dengan terpal tahan air food grade. Jika menggunakan beton, pastikan disegel dengan sealer tahan air yang tidak beracun untuk menghindari potensi mineral beracun yang terlepas dari beton ke dalam sistem air.



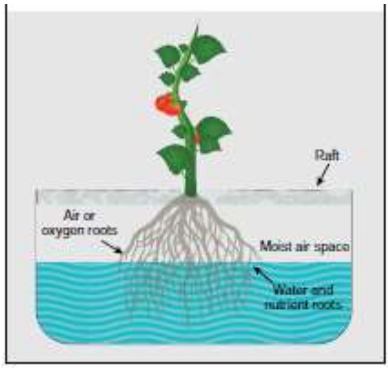
Gambar 1.12. Unit DWC Skala Kecil

Seperti disebutkan di atas, waktu retensi untuk setiap saluran dalam satu unit adalah 1-4 jam, terlepas dari ukuran saluran yang sebenarnya. Hal ini memungkinkan pengisian nutrisi yang memadai di setiap saluran, meskipun volume air dan jumlah nutrisi di saluran yang dalam cukup untuk memberi makan tanaman dalam waktu yang lebih lama. Pertumbuhan tanaman pasti akan mendapat manfaat dari laju aliran yang lebih cepat karena akar akan terkena lebih banyak ion; sedangkan aliran yang lebih lambat dan air yang hampir tergenang akan berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman.

Aerasi untuk unit DWC sangat penting. Pada saluran yang padat tanaman, kebutuhan oksigen untuk tanaman dapat menyebabkan kadar DO menurun di bawah batas minimum. Setiap pembusukan limbah padat yang ada di kanal akan memperburuk masalah ini, semakin mengurangi DO. Oleh karena itu, diperlukan aerasi. Metode yang paling sederhana adalah menempatkan beberapa batu aerasi kecil di kanal. Batu aerasi harus mengeluarkan sekitar 4 liter udara per menit, dan disusun setiap 2–4 m^2 area saluran. Selain itu, sifon Venturi dapat ditambahkan ke pipa air masuk untuk menganginkan air saat memasuki kanal. Terakhir, metode DWC Kratky dapat digunakan (Gambar 13). Dalam metode ini, jarak 3–4 cm tersisa antara polistiren dan badan air di dalam saluran. Ini

memungkinkan udara bersirkulasi di sekitar bagian atas akar tanaman. Pendekatan ini menghilangkan kebutuhan batu udara di saluran akar karena jumlah oksigen yang cukup di udara disuplai ke akar. Keuntungan lain dari metode ini adalah menghindari kontak langsung batang tanaman dengan air, yang mengurangi risiko penyakit tanaman di zona collar. Selain itu, peningkatan ventilasi sebagai akibat peningkatan ruang udara mendukung pembuangan panas dari air, yang ideal di iklim panas.

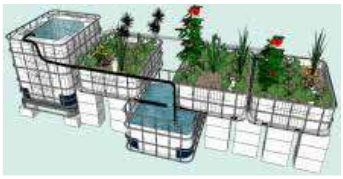
Jangan memasukkan ikan apa pun ke dalam saluran yang dapat memakan akar tanaman, misalnya ikan herbivora seperti tilapia dan ikan mas. Namun, beberapa spesies ikan karnivora kecil, seperti ikan guppy, molly, atau mosquito fish, dapat digunakan dengan sukses untuk mengendalikan jentik nyamuk, yang dapat menjadi gangguan besar bagi manusia.

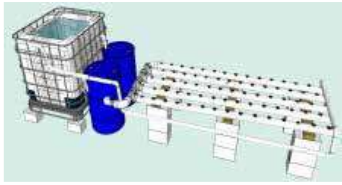


Gambar 1.13. Ilustrasi Metode DWC Kratky

PERBANDINGAN TEKNIK AKUAPONIK

Tabel 1.2. Kelebihan dan Kekurangan Teknik Akuaponik

Tipe Sistem	Kelebihan	Kekurangan
Unit media bed 	• Desain sederhana • Ideal untuk pemula • Bisa menggunakan bahan bekas • Mendukung untuk sayuran berbuah tinggi • Semua jenis tanaman bisa ditanam • Banyak jenis media bisa digunakan • Beberapa teknik irigasi • Energi listrik relatif rendah • Aerasi tinggi ketika menggunakan bell siphons • Media menangkap dan memineralisasi padatan	• Sangat berat, tergantung pilihan media • Media bisa mahal • Media mungkin tidak tersedia • Berat jika dikembangkan dalam skala besar • Penguapan lebih tinggi dibandingkan NFT dan DWC • Membutuhkan tenaga besar/padat karya untuk membuat • Siklus genangan dan pengurasan membutuhkan perhitungan volume air yang cermat • Media dapat menyumbat pada padat penebaran tinggi • Pemindahan akan sulit dilakukan • Jika aliran air tidak seragam, kinerja tanaman akan berbeda dari bedengan ke bedengan

Unit NFT 	• Lebih hemat biaya dibandingkan media bed skala besar • Ideal untuk herbal dan sayuran berdaun hijau • Kehilangan air minimal melalui penguapan • Sistem bobot ringan • Metode terbaik untuk atap • Metode panen sangat sederhana • Jarak pipa dapat disesuaikan dengan tanaman yang berbeda • Cocok untuk komersialisasi/usaha • Volume air terkecil yang dibutuhkan • Tenaga kerja minimal untuk menanam dan memanen	• Metode filtrasi yang lebih komplek • Pompa air dan pompa udara adalah wajib • Tidak bisa langsung menanam benih • Volume air yang rendah memperbesar masalah kualitas air • Meningkatkan viabilitas suhu air dengan stres pada ikan • Pipa saluran masuk air dapat mudah tersumbat • Rentan jika terjadi pemadaman listrik
Unit DWC 	• Metode lebih hemat biaya daripada media bed skala besar • Volume air yang besar dapat meredam perubahan kualitas air • Dapat menahan jika terjadi gangguan singkat pada listrik • Kehilangan air minimal melalui penguapan	• Metode filtrasi yang lebih komplek • Satuan yang sangat berat • Oksigen terlarut yang tinggi dibutuhkan di kanal, dan diperlukan pompa udara yang lebih canggih • Pelapis plastik harus food grade

	• Cocok untuk komersialisasi/usaha • Rakit polystyrene dapat menjaga suhu konstan • Pergeseran rakit memudahkan penanaman dan panen • Rakit menyediakan area permukaan biofilter • Kanal DWC dapat diperbaiki dengan pelapis Plastik menggunakan hampir semua jenis bahan dinding (kayu, rangka baja, profil logam) Dapat digunakan pada berbagai padat tebar	• Lembaran polystyrene mudah pecah • Tanaman tinggi lebih sulit ditopang • Volume air yang besar meningkatkan kelembaban dan resiko penyakit jamur

Bab 2

Jenis Ikan Dan Tanaman Akuaponik

2.1 Pengantar

Peningkatan kebutuhan air untuk pertanian diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan populasi manusia. Akuaponik merupakan solusi untuk produksi pangan berkelanjutan karena mengikuti sistem biomimetik alami dan prinsip ekonomi sirkular yang memungkinkan produktivitas pangan yang lebih besar di lahan nonpertanian, dan pada saat yang sama dapat mengurangi limbah pada budidaya ikan (Asciuto et al., 2019). Kebutuhan untuk menghemat air di dunia modern telah menjadikan akuaponik sebagai pengganti yang cocok untuk produksi pangan. Keuntungan yang diperoleh dalam akuaponik telah menjadikannya sebagai solusi alternatif yang dapat diterima untuk produksi ikan dan sayuran, baik tanpa tanah atau menggunakan substrat tanam terutama untuk daerah perkotaan.

Aquaponik mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman (tanpa menggunakan tanah) dengan memanfaatkan limbah dari ikan sebagai nutrien untuk pertumbuhan tanaman sehingga mampu meningkatkan keberlanjutan budidaya. Limbah ikan memberikan nutrien penting bagi tanaman dan tanaman meningkatkan kualitas air dengan mengurai amonia, nitrit, nitrat, fosfat, dan karbon organik. Air limbah dari tanaman kemudian dapat dikembalikan ke ikan tanpa pengolahan lebih

lanjut. Akuaponik menggabungkan akuakultur dan pertanian menjadi satu sistem yang dapat meningkatkan ekonomi karena mampu menghasilkan dua produk sekaligus yaitu ikan dan tanaman/sayuran. Ikan yang dipelihara dalam kolam budidaya juga memberikan respons kondisi lingkungan yang berbeda pula.

Dalam akuaponik, banyak jenis ikan yang dapat dibudidayakan telah digunakan dengan mengkombinasikan dengan jenis sayuran yang berbeda-beda. Jenis ikan yang digunakan umumnya merupakan ikan ekonomis, seperti lele, nila, mas dan beberapa jenis ikan hias. Sedangkan jenis tanaman atau sayuran yang digunakan pada budidaya akuaponik, tidak hanya sayuran daun tetapi juga sayur buah, memiliki akar serabut, serta pertumbuhan cepat. Beberapa contohnya seperti kangkung, selada, sawi caisim, sawi pakcoy, bayam, terong, tomat dan lainnya.

Hasil produksi ikan dan sayuran akuaponik dipengaruhi oleh kepadatan ikan dan sayur serta potensi dari sayuran sebagai filtrasi. Padat penebaran ikan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kinerja produksi ikan dalam sistem akuaponik. Penggunaan kepadatan yang optimal akan memaksimalkan pemanfaatan dari ikan dan sayuran sehingga dapat memberikan keuntungan yang lebih besar. Menurut Zalukhu et al. (2016) bahwa sistem akuaponik dari ikan nila tanaman selada dengan padat tebar ikan yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda. Tanaman selada ditanam pada rockwool berbentuk kubus dengan ukuran ± 2 cm. Padat terbaik yang direkomendasikan adalah kepadatan 200 ekor/m^2. Menurut Diansari (2013), kepadatan ikan yang sangat tinggi pada budidaya juga dapat berakibat pada menurunnya kualitas air, menurunnya pertumbuhan ikan karena persaingan ruang gerak, sehingga menyebabkan rendahnya produksi. Demikian juga

pada produksi sayuran, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kepadatan ikan, jenis substrat tanaman, dan laju aliran air.

2.2 Jenis Ikan Akuaponik

Beberapa jenis ikan yang digunakan pada budidaya akuaponik seperti ikan nila, lele, mas, gurami, patin, serta beberapa jenis ikan hias seperti mas koki dan ikan pelangi. Penggunaan satu jenis ikan dapat dikombinasikan dengan beberapa jenis sayur berbeda, atau sebaliknya dengan menggunakan beberapa jenis ikan berbeda dengan satu jenis sayur.

2.2.1 Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan ekonomis, banyak dibudidayakan karena memiliki pertumbuhan cepat, tahan terhadap penyakit, dan mudah beradaptasi pada lingkungan dengan rentan yang lebih luas. Ikan nila banyak digunakan pada budidaya sistem akuaponik, dipelihara dengan jenis sayuran yang berbeda. Jenis sayuran yang digunakan seperti sawi, kangkung, selada dan lainnya. Penggunaan jenis tanaman berbeda juga menghasilkan pertumbuhan yang berbeda pula. Menurut Mulqan et al. (2017), ikan nila yang dipelihara dengan sayur kangkung memberikan hasil pertumbuhan terbaik dibandingkan sawi dan selada, namun tanaman yang berbeda tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila.



Gambar 2.1. Ikan nila akuaponik

Sumber : https://www.youtube.com/watch?v=kkOD4JxxE6w

2.2.2 Ikan Lele

Ikan lele merupakan organisme yang mudah dibudidayakan, banyak digemari masyarakat. Pada budidaya sistem akuaponik, ikan lele dikombinasikan bersama tanaman sayaur seperti kangkung, pakcoy, selada dan bayam merah.



Gambar 2.2. Ikan Lele

Sumber : https://www.qoala.app/id/blog/inspirasi/cara-budidaya-ikan-lele/

2.2.3 Ikan Mas

Ikan mas digunakan sebagai salah satu jenis ikan yang dipelihara pada sistem akuaponik yang dikombinasikan dengan sayur kangkung air (Sabrina et al., 2018; Setijaningsih, 2012), sawi dan selada (Sabrina et al., 2018). Ikan mas juga dapat dibudidayakan bersama sayur kangkung darat (*Ipomoea reptans*), kangkung dapat menurunkan amonia pada media air serta produksi dengan sistem akuaponik lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya konvensional (Saptarini, 2010).



Gambar 2.3. Ikan Mas

Sumber : https://gdm.id/kolam-ikan-mas/

2.2.4 Ikan Patin

Ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan salah satu jenis ikan ekonomis, banyak digemari masyarakat sehingga pangsa pasar yang luas. Dalam budidaya akuaponik, ikan patin dibudidayakan dengan tanaman air yang umumnya digunakan pada akuaponik seperti kangngkung, selada sawi dan lainnya.



Gambar 2.4. Ikan Patin

Sumber : Yuwono (2015)

2.2.5 Ikan Hias

a. Ikan Pelangi

Ikan pelangi atau *rainbowfish* merupakan salah satu jenis ikan hias asli Papua. Ikan tersebut mulai banyak dibudidayakan, saat ini penggunaan ikan hias pelangi dibudidayakan pada sistem akuaponik yang dikombinasikan dengan beberapa jenis tanaman (Wijaya & Fajeriana, 2018).



Gambar 2.5. Ikan Pelangi

Sumber : https://www.pertanianku.com/mengenal-ikan-pelangi-asal-papua/

b. Ikan Mas Koki

Ikan mas koki (*Carassius auratus*) digunakan sebagai ikan akuaponik dengan jenis tanaman air yang berbeda seperti melati air (*Echinodorus palifolius*), anubias (*Anubias barteri*), dan bacopa (*Bacopa australis*) (Kadarini et al., 2021). Ikan mas koki juga dikombinasikan dengan tanaman air anggrek dan selada (Amara et al., 2021).



Gambar 2.6. Ikan Mas Koki

Sumber : Tsania, 2022

2.3. Jenis Tanaman/Sayur

Tanaman yang digunakan pada sistem akuaponik umumnya adalah sayuran. Jenis sangat beragam, tidak hanya tanaman air tetapi juga tanaman yang umunya tumbuh pada media tanah. Selain itu, tanaman yang digunakan juga tidak hanya tanaman daun tetapi juga tanaman buah.

2.3.1 Sayur Kangkung

Kangkung merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak digunakan pada budidaya akuaponik. Jenis kangkung yang banyak digunakan adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) dibandingkan dengan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Beberapa alasan penggunaan kangkung pada akuaponik karena dapat berfungsi sebagai fitoremediator, pertumbuhan

cepat, dan mudah dibudidayakan. Menurut Rahmadhani et al., (2020), pertumbuhan kangkung akuaponik lebih cepat dibandingkan dengan kangkung hidroponik. Sebagai fitoremediator, kangkung mampu mereduksi amonia dalam media air pada ikan budidaya. Semakin banyak batang kangkung akuaponik, maka semakin banyak amonia yang direduksi (Dauhan et al., 2014). Menurut Damamik et al. (2018), tanaman kangkung memiliki penyerapan yang lebih tinggi terhadap amonia dibandingkan dengan tanaman lainnya seperti pakcoy, bayam merah dan selada.



Gambar 2.7. Kangkung

Sumber : https://apkpure.com/id/growing-hydroponic-vegetables/com.growinghydroponicvegetables.oemahwangi

2.3.2 Sayur Selada

Selada (*Lactuca sativa*) merupakan salah satu tanaman yang banyak digunakan pada budidaya akuaponik. Jenis tanaman ini memiliki nilai ekonomis dengan kandungan nutrien seperti fosfor, kalsium, iodium, besi, kobalt, tembaga, seng, mangan dan potassium. Permintaan pasar dari jenis sayur ini juga tinggi sehingga peluang bisnis juga potensial. Hal ini yang menjadikan selada banyak digunakan pada sistem akuaponik.



Gambar 2.8. Selada

(Sumber : http://www.bosletong.com/2016/03/hasil-tanaman-akuaponik.html)

2.3.3 Sawi Caisim dan Pakcoy

Tanaman sawi merupakan jenis sayuran yang banyak digunakan pada sistem akuaponik. Sawi yang digunakan terdiri atas tiga yaitu: sawi caisim, pagoda, dan pakcoy. Ketiga tanaman ini memiliki nilai ekonomis, tumbuh baik dengan sistem akuaponik yang dikombinasikan dengan ikan lele atau nila. Selain ekonomis, pakcoy merupakan tanaman akuaponik yang dapat mereduksi bahan organik seperti amonia dan juga mampu memanfaatkan nitrogen dan fosfor dalam media untuk pertumbuhannya.



Gambar 2.9. Sawi caisim (a), pagoda (b), dan pakcoy (c)

Sumber : https://shopee.co.id/

2.3.4 Seledri

Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan jenis tanaman daun yang mudah dibudidayakan, dapat tumbuh pada media tanah maupun tanpa tanah. Tanama ini umum digunakan pada budidaya sistem hidroponik. Tanaman ini juga digunakan pada sistem akuaponik dengan pemeliharaan bersama jenis tanaman air lainnya atau ikan yang berbeda. Tanaman ini tidak hanya digunakan sebagai pelengkap masakan, tetapi juga digunakan sebagai obat herbal. Permintaan pasar sangat tinggi sehingaa potensial untuk digunakan pada budidaya dengan sistem akuaponik.



Gambar 2.10. Seledri

(Sumber : http://www.bosletong.com/2016/03/hasil-tanaman-akuaponik.html)

2.3.5 Sayur Buah

Terong, tomat dan cabai merupakan jenis sayuran buah yang digunakan pada akuaponik. Tanaman ini mampu berperan sebagai biofilter pada budidaya sistem akuaponik yang dipelihara bersama ikan lele. Menurut Graber & Junge (2009), budidaya sistem akuaponik dengan menggunakan terong dapat dikombinasikan dengan ikan nila (*O. niloticus*). Selain itu, sayur buah lainnya sayur buah yang ekonomis digunakan untuk akuaponik adalah mentimun. Jenis ikan yang dibudidayakan dengan dengan mentimun adalah ikan eurasia perch (*Perca fluviatilis*).





Gambar 2.11. Sayur Terong

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant

https://www.bebeja.com/aquaponic-solusi-budidaya-di-kota/



Gambar 2.12. Cabai Akuaponik

Sumber : http://greenvillage-aquaponics.blogspot.com/2015/05/blog-post_2.html

2.3.6 *Corchorus olitorius*

Selain tanaman air dan juga sayur buah, jenis tanaman lain yang dapat digunakan adalah rami *Corchorus olitorius*. Tanaman ini merupakan tanaman tropis kosmopolitan yang terkenal dengan rami setelah dilakukan ekstraksi. Produk rami mengandung serat tinggi, memiliki nilai ekonomi yang penting karena ekspornya telah terkenal berkontribusi pada perekonomian negara-negara seperti India dan Bangladesh. Sayuran berdaun hijau ini kaya akan zat besi, kalsium, karoten, tokoferol, dan vitamin C.



Gambar 2.13. *Corchorus olitorius*

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Corchorus_olitorius

Bab 3

Perakitan Sistem Akuaponik

3.1 Pendahuluan

Akuaponik adalah sistem penggabungan antara teknik memelihara ikan dan tanaman hidroponik untuk meniru karakteristik tertentu dari ekosistem simbiotik alami. Sistem akuaponik sama sekali tidak memanfaatkan nutrisi kimia, jadi akuaponik pada rangkaian ini memanfaatkan sisa-sisa pakan dan feses yang digunakan sebagai pupuk alami pada tanaman air. Selain itu, air yang ada pada rangkaian ini terus tersirkulasi pada tanaman sehingga secara tidak langsung tanaman bertindak sebagai biofilter untuk meningkatkan kualitas air pada kolam. Melakukan budidaya tanaman air pada rangkaian akuaponik akan dapat meminimalisir limbah nitrogen budidaya hingga 58%. Teknologi aquaponik merupakan alternatif untuk mendapatkan hasil pertanian dan perikanan secara bersamaan. Teknologi ini merupakan teknologi terapan hemat lahan dan air, sehingga dapat dijadikan sebagai model perikanan di lahan sempit. Sistem akuakultur dan hidroponik memiliki beragam bentuk, ukuran, sistem dan jenis spesies yang ditumbuhkan.

Akuaponik biasanya digunakan oleh masyarakat yang tinggal di kota dengan lahan terbatas namun ingin mendapatkan hasil yang terbaik. Cara ini juga dapat digunakan pada lahan yang luas untuk mendapatkan hasil yang jauh lebih baik

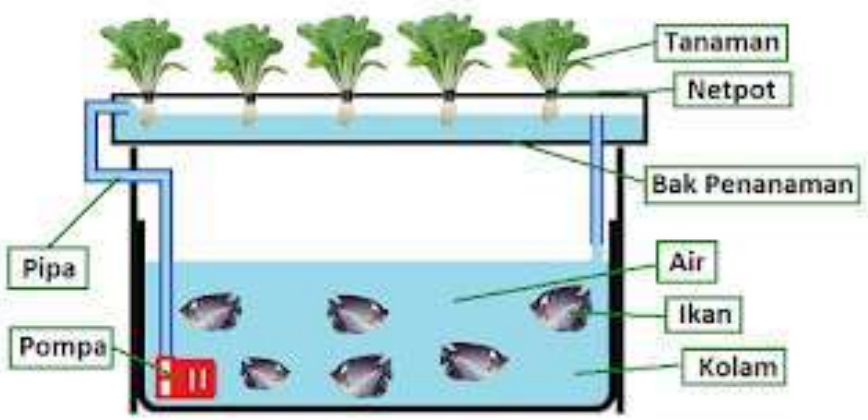
dibandingkan dengan lahan yang terbatas. Aquaponik adalah cara lain untuk membudidayakan ikan dan tanaman dalam wadah yang sama. Caranya agar tanaman mendapatkan nutrisi dari kotoran ikan, yang akan berbahaya bagi ikan jika dibiarkan di dalam kolam. Kemudian, tumbuhan tersebut akan berperan sebagai filter alami, memecah zat beracun menjadi zat yang aman bagi ikan dan menambahkan oksigen ke dalam air yang digunakan untuk memelihara ikan. Siklus ini akan terjadi siklus saling menguntungkan dan bagi kita yang mengaplikasikanya tentu saja akan sangat menguntungkan, ditambah dengan adanya lahan yang luas.

3.2 Desain Akuaponik

Ada berbagai macam desain atau model akuaponik yang bisa dibuat. Namun sebenarnya sistem akuaponik memiliki prinsip dasar resirkulasi air, yaitu tanaman yang dibudidayakan di atas kolam memanfaatkan air limbah budidaya ikan yang mengandung zat hara dari hasil pembuangan ikan sebagai pupuk alami yang menyuburkan tanaman. Selain itu adanya tanaman ini juga sebagai filter yang menyaring kotoran hasil pembuangan ikan sehingga air yang masuk kembali ke dalam kolam kembali bersih. Berikut beberapa desain akuaponik yang tren di Indonesia;

a. Model Akuaponik Tunggal DFT (D*eep Flow Technique)*

Desain ini bekerja dengan mengalirkan air dari kolam terpal bagian bawah menuju ke pipa tanam sayuran yang ada di bagian atasnya. Selanjutnya air kembali mengalir ke kolam terpal. Aliran air bisa dibantu dengan pompa air atau sejenisnya. Untuk ukuran dimensinya bisa menggunakan 1 meter x 5 meter yang mana bisa menampung ikan ukuran sedang kurang lebih 2500 ekor dan 200 lubang tanam pada pipa.

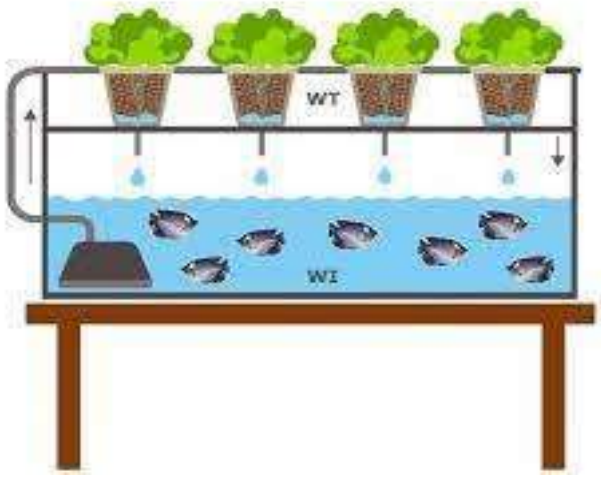


Gambar 3.1 Model Akuaponik Tunggal DFT

Sumber : guyubtani.blogspot.com

b. Model Akuaponik Aliran Atas

Desain akuaponik aliran atas ini bekerja dengan mengalirkan air dari kolam ke pipa yang terhubung di setiap pot. Pipa tersebut dilubangi tepat di atas pot dan air akan mengucur. Pengucuran dilakukan secara terus menerus selama minimal delapan jam. Air yang mengalir dari lubang pipa akan langsung keluar menuju bak penampungan. Model aquaponik aliran atas ini berdiameter 3 m yang dapat menampung 4000 ekor ikan dengan 27 lubang tanam.

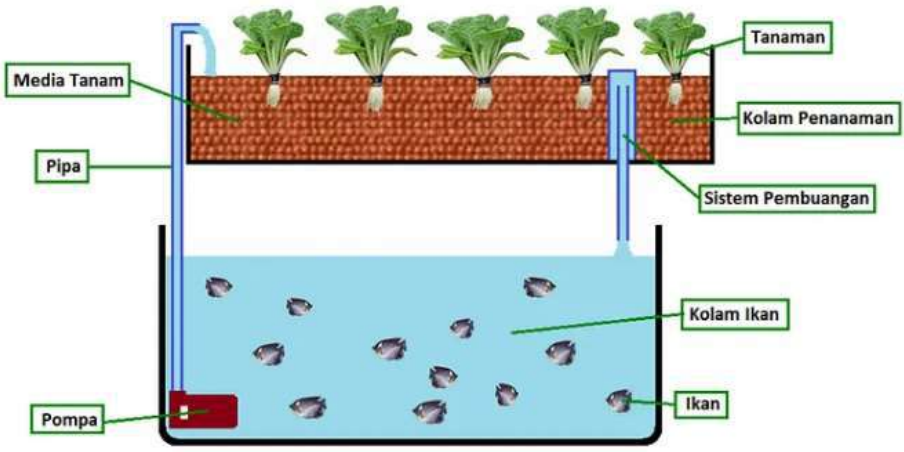


Gambar 3.2. Metode Akuaponik Aliran Atas

Sumber : (Sitompul, H., 2021)

c. Model Akuaponik Pasang Surut

Akuaponik pasang surut bekerja dengan mengalirkan air dari kolam ke bak penampung di bibir kolam. Melalui pipa yang terhubung dengan pot tanaman, air akan dialirkan dari bawah sampai media tanam terendam. Lama pengaliran dilakukan sekitar 5 menit dan air akan surut lalu mengalir melalui pipa ke bak pembuangan ke kolam ikan. Pembuatan akuaponik model pasang surut ini bias dibuat dengan ukuran diameter 2 meter x 4 meter dengan populasi ikan di kolam sebanyak 4000 ekor dan 26 pot tanaman (Alim,2019).



Gambar 3.3 Metode Akuaponik Pasang Surut

Sumber : guyubtani.blogspot.com

d. Model Akuaponik Bertingkat

Model akuaponik bertingkat ini bekerja dengan mengalirkan air dari kolam terbawah menuju ke rak sayuran teratas. Air akan menggenangi pipa sedalam 4-5 cm. Kemudian air mengalir ke kolam terpal di tengah dan air dialirkan ke setiap pot di sekeliling kolam. Pada setiap pot terdapat satu lubang air. Selanjutnya air akan kembali ke kolam terbawah. Ukuran model aquaponik bertingkat dengan dimensi 1 meter x 5 meter yang mana kolam bawah bisa diisi ikan sekitar 2500 ekor sedangkan kolam atas di isi 1250 ekor ikan dan untuk tanamannya bisa mencapai 211 lubang tanam.

e. Model Akuaponik Rak Sayur Bertingkat

Model akuaponik rak sayuran bertingkat bekerja dengan mengalirkan air dari bak penampungan ke sayuran paling atas yang kemudian turun ke rak sayuran di bawah. Kedua tingkat sayuran itu ditanam menggunakan sistem *deep flow technique* (DFT) dengan kedalaman air 4-5 cm. Air akan mengalir ke setiap pot di sekeliling bak penampungan. Dalam setiap pot diberi lubang untuk keluarnya air untuk

mengalirkan air itu kembali ke kolam. Model akuaponik rak sayuran bertingkat ini bisa memiliki ukuran dengan dimensi 1 meter x 2 meter untuk populasi 500 ekor ikan dan 220-250 lubang tanam (Supendi, S., dkk., 2015)

f. Model Rakit Apung

Model akuaponik rakit apung dibuat dengan menanam sayuran diatas permukaan air. Tanaman bis ditanam di dalam pipa atau pot yang diberi *rockwool* untuk tempat tumbuh. Akar tanaman akan terapung atau terendam dalam bak penampung yang berisi ikan. Menurut (Sumiadi, S., dkk, 2022), bahwa untuk ukuran pembuatan model aquaponik rakit terapung yaitu 2 meter x 4 meter dengan populasi ikan sebanyak 4000 ekor dengan 20 lubang tanam. Populasi sayuran maksimal adalah 80% dari permukaan air.

3.3 Lokasi untuk Pemasangan Akuaponik

Pemilihan lokasi untuk akuaponik menjadi salah satu langkah yang sangat penting sebelum memulai budidaya ikan secara akuaponik, Beberapa hal yang dapat diperhatikan dalam menentukan lokasi, di antaranya;

a. Tanaman harus disimpan di tempat yang dapat menerima setidaknya 5-6 jam langsung sinar matahari. Ini memastikan pertumbuhan tanaman dan hasil yang baik.

b. Kolam ikan harus terletak jauh dari sinar matahari karena paparan cahaya dapat menyebabkan pertumbuhan ganggang hijau di kolam ikan.

c. Tumbuhkan tanaman terapung seperti selada air atau *Eichornia* di dalam air agar mereka melindungi air.

d. Hindari menjaga sistem di bawah pohon yang menjatuhkan bunga atau daun.

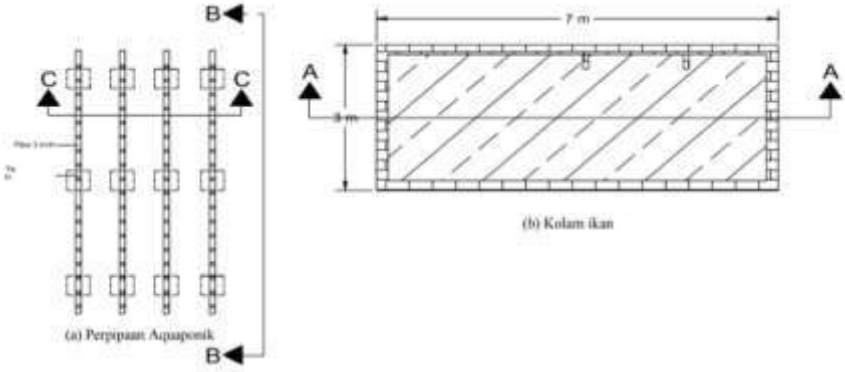
e. Hindari beberapa tanaman mungkin mengandung bahan kimia beracun yang dapat berbahaya bagi ikan.

3.4 Langkah-langkah Perakitan Sistem Akuaponik

Ada beberapa hal yang perlu kita perhatikan saat menjalankan sistem aquaponik untuk menanam tanaman, diantaranya adalah:

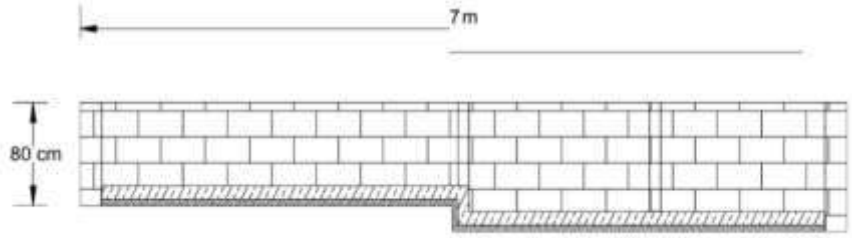
a. Menyiapkan kolam ikan yang sudah ada ikan di dalamnya

b. Gunakan bor listrik dan mata bor untuk membuat lubang pada pipa PVC berukuran 3 inci. Beri jarak sekitar 20 cm di antara setiap lubang, agar ketika tanaman sudah besar, tidak saling tumbuh satu sama lain. Lubang pada pipa berdiameter 5 cm. Biarkan satu lubang lalat terbuka di dalam pipa. Nantinya, larutan cair tersebut akan digunakan untuk memberi makan tanaman yang ditanam secara hidroponik.



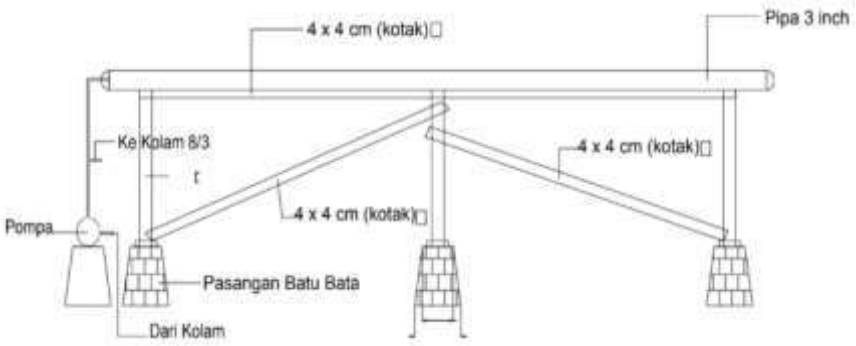
Gambar 3.4. Rancang Kolam

Sumber : (Sumiadi, 2022)



Gambar 3.5. Potongan Bagian Kolam Ikan

Sumber : (Sumiadi, 2022)



Gambar 3.6. Bagian Bangun Hidroponik dan Tatakan

Sumber : (Sumiadi, 2022)

c. Bor lubang di pipa PVC. Gunakan galvalum untuk membuat alas hidroponik.



Gambar 3.7. Pembuatan Lubang pada Paralon

d. Panaskan besi solder listrik, lalu buat lubang kecil di bagian bawah dan samping gelas plastik. Masukkan kotoran basah, sekam, dan dolamite ke dalam gelas plastik berlubang. Kemudian, masukkan bibit yang ingin kita tanam ke dalam cangkir.

e. Masukkan kotoran basah, sekam, dan dolamite ke dalam gelas plastik yang sudah dilubangi. Kemudian masukkan bibit yang ingin kita tanam di dalamnya.

f. Tempatkan gelas plastik berisi biji ke dalam pipa.

g. Berikan tanaman hidroponik larutan nutrisi agar bisa tumbuh dan berkembang dengan baik.

h. Jika tanaman tumbuh dengan baik, bisa dipetik dalam satu bulan, sedangkan ikan bisa dipetik dalam tiga sampai empat bulan.

3.5 Bagian dari sistem Aquaponik

Sistem Aquaponik mencakup pompa listrik yang menggerakkan air kaya nutrisi dari kolam budidaya ikan melalui filter padat untuk menghilangkan partikel yang tidak dapat diserap oleh tanaman di atasnya. Air kemudian menyediakan nutrisi bagi tanaman dan dibersihkan sebelum kembali ke tangki ikan. Aquaponik terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian akuakultur untuk memelihara ikan dan bagian hidroponik untuk menanam tanaman. Tipe komponen meliputi:

a. Kolam pemeliharaan: kolam untuk memelihara dan memberi makan ikan

b. Bak pengendapan: unit untuk menangkap makanan yang tidak dimakan dan biofilm yang terlepas, dan untuk mengendapkan partikel halus

c. Biofilter: tempat tumbuhnya bakteri nitrifikasi dan mengubah amonia menjadi nitrat, yang dapat digunakan oleh tanaman

d. Subsistem hidroponik: bagian dari sistem tempat tanaman tumbuh dengan menyerap kelebihan nutrisi dari air

e. Tempat air berkumpul: titik terendah dalam sistem tempat air mengalir ke dan dari mana air dipompa kembali ke kolam pemeliharaan**.**

3.6. Keunggulan Sistem Akuaponik

Beberapa keunggulan dari sistem budidaya secara akuaponik selain dapat memilihara tanaman air dan ikan dalam satu kolam juga ada ada keunggulan lainnya, antara lain;

a. Biota yang kita budidayakan dapat tumbuh kapan saja sepanjang tahun, dalam cuaca apa pun, karena aquaponik mendaur ulang air dalam system dan dapat tumbuh daerah dengan sedikit air.

b. Lebih sedikit hama yang harus dihadapi karena kita menanam di dalam kolam yang terkontrol.

c. Tanaman tumbuh dua kali lebih cepat, karena air yang diperkaya secara alami dari ikan.

d. Untuk petani komersial, aquaponik menghasilkan dua aliran pendapatan, ikan dan sayuran, bukan hanya satu.

e. Aquaponik menggunakan air 90% lebih sedikit daripada pembudidaya tradisional. Air dan nutrisi didaur ulang dengan cara sistem tertutup yang menghemat air.

f. Tidak ada biaya pupuk dana tidak ada pupuk berbahaya yang mengalir pada air budidaya, karena nutrisi atau pupuk berasal secara alami dari air kolam budidaya ikan.

g. Dan lainnya

3.7. Penutup

Dengan system perakitan akuaponik yang sesuai dengan lokasi budidaya maka akan dapat menambah strategi dan pemanfaatan lahan yang sempit menjadi lahan untuk

menguntungkan. Sistem akuaponik merupakan cara yang baik untuk menumbuhkan sumber protein dari ikan dan sumber vitamin dan mineral dari sayuran. Sayuran dan ikan yang ditanam memiliki kualitas yang lebih baik dan tidak ada bahan kimia, pestisida, atau pupuk yang tersisa. Jadi tanah atau air yang digunakan dalam aquaponik ini bisa disebut sebagai media tanam organik. Sistem ini dapat menghemat lahan dan tidak memakan banyak tempat karena ikan dan sayuran dapat tumbuh di tempat yang sama.

Bab 4

Pemeliharaan Tanaman Pada Akuaponik

4.1 Pendahuluan

Indonesia, merupakan negara yang memiliki populasi terpadat keempat di dunia, serta memiliki ketahanan pangan dan gizi sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat (The Economist Intellegence Unit. Global Food Security Index, 2013). Indonesia merupakan importir produk biji-bijian, produk hortikultura, dan peternakan (Quincieu, 2015) meskipun Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang hampir 32% dari tanah digunakan untuk produksi pertanian dan sekitar 30% dari populasi bekerja di bidang pertanian, kehutanan, dan perikanan [FAO, 2018)] serta salah satu pengimpor beras terbesar di dunia (Kementerian Pertanian, 2017). Sementara itu, produksi tomat di Indonesia meningkat dari 12.000 ton pada tahun 1969 menjadi 976.790 ton pada tahun 2018, dan pada tahun 2019 masih menunjukkan pertumbuhan sebesar 4,5% (Badan Pusat Statistik, 2019).

Beberapa masalah dalam praktik pertanian di Indonesia berdampak negatif terhadap indeks ketahanan pangan. Pertama, penggunaan bahan kimia dan pupuk di Indonesia semakin meluas (Syuaib, 2016). Kedua, penggunaan lahan yang berlebihan untuk pertanian. Tercatat Indonesia merupakan salah satu lima negara utama kehilangan hutan dalam persentase selama beberapa dekade terakhir, dengan perluasan pertanian sebagai salah satu faktor penyebabnya (Leimona et al., 2015)

(Leimona et al., 2015). Ketiga, kemampuan memproduksi pangan lokal di negara kepulauan seperti Indonesia sangat penting untuk memiliki rantai pasokan yang pendek dan biaya produksi yang rendah serta sementara hampir separuh penduduk Indonesia tinggal di perkotaan daerah (Tarigan et al., 2021).

Perkembangan urbanisasi yang cepat, sumber daya lahan untuk pertanian telah berkurang (Munguia Fragozo et al., 2015). Pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat meningkatkan kebutuhan pangan. Metode pertanian tradisional untuk menanam tanaman membutuhkan biaya besar ruang, waktu, dan tenaga kerja. Akibatnya, ada peningkatan kepedulian terhadap sumber makanan yang aman dan berkelanjutan, yang mengarah pada kebutuhan untuk metode pertanian baru (Kyaw & Ng, 2017).

Akuaponik merupakan gabungan dari akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (tanaman tanpa tanah). Akuaponik adalah sebuah sistem daur ulang air tawar dengan tertutup antara ikan dan tanaman. Limbah yang dihasilkan oleh ikan menjadi nutrisi bagi tanaman setelah proses nitrifikasi. Prosesnya, yang bertindak sebagai biofilter, membersihkan air sebelum mensirkulasikannya kembali ke tangki ikan (Nicolae et al., 2015).

Biofilter berperan menyediakan:tempat bagi bakteri untuk mengubah senyawa amonia, yang beracun bagi ikan, menjadi nitrat, lebih banyak lagi nutrisi yang dapat diakses oleh tanaman. Proses ini disebut nitrifikasi. Air yang mengandung nitrat dan nutrisi lainnya dapat berjalan melalui tempat tumbuh tanaman, tanaman menyerap ini nutrisi, dan akhirnya air kembali ke tangki ikan dimurnikan. Proses ini memungkinkan ikan, tumbuhan, dan bakteri untuk berkembang secara simbiosis dan bekerja sama untuk menciptakan lingkungan tumbuh satu sama lain, asalkan sistemnya seimbang. Akuaponik dapat mengatasi masalah ketahanan dan keberlanjutan pangan, serta

menjadi tantangan karena pemantauan fasilitas akuaponik secara konstan untuk pertumbuhan ikan dan tanaman yang sehat (Shafeena, 2016). Akuaponik dapat lebih produktif dan layak secara ekonomi terutama di mana tanah dan air terbatas. Awal pembuatan akuaponik bebrsifat rumit dan membutuhkan biaya awal yang besar. Peningkatan produksi harus mengkompensasi biaya investasi yang lebih tinggi yang diperlukan untuk mengintegrasikan kedua sistem. Sistem rencana bisnis lengkap mempertimbangkan ekonomi, aspek lingkungan, sosial dan logistik harus dikembangkan melalui akuaponik.

Penerapan budidaya akuaponik, tanaman tanpa aplikasi pupuk anorganik sumber nutrisi berupa limbah kolam ikan, namun tanaman rentan terserang organisme pengganggu tanaman. Pemeliharaan tanaman pada sistem akuaponik dapat dilakukan dengan intens dan rutin. Salah satu upaya tanaman dapat berkembang dengan baik diantaranya penyesuaian jarak tanam sesuai dengan jenis tanaman serta cara perawatan pada budidaya dengan sistem akuaponik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman secara akuaponik adalah pemilihan jenis sayuran yang sehat, media tanam, pengairan, nutrisi untuk tanaman, pengendalian hama dan penyakit tanaman.

4.2 Pemilihan Jenis Tanaman

Secara umum, tanaman hijau yang berdaun merupakan jenis tanaman dapat bahan aquaponik, seperti beberapa sayuran berbuah termasuk tomat, mentimun dan paprika. Sayuran berbuah memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi stok ikan yang memadai.

Namun, beberapa tanaman umbi-umbian dan beberapa tanaman sensitif tidak tumbuh dengan baik dalam aquaponik. Sayuran bervariasi mengenai kebutuhan nutrisi mereka secara keseluruhan. Ada dua beberapa kategori tanaman aquaponik berdasarkan minat masyarakat. Tanaman dengan nutrisi rendah

termasuk sayuran hijau dan rempah-rempah, seperti selada, lobak, salad roket, kemangi, daun mint, ketumbar, daun bawang, *pak choi* dan selada air. Tanaman dari kacang-kacangan seperti kacang polong dan kacang-kacangan juga memiliki kebutuhan nutrisi yang rendah. Tanaman yang mempunyai nilai gizi tinggi yang biasanya dibudidayakan dalam akuaponik adalah tumbuhan dengan buah-buahan botani, seperti tomat, terong, mentimun, stroberi dan paprika.

Tanaman lain dengan kebutuhan nutrisi sedang adalah: kubis, seperti kangkung, kembang kol, brokoli. Tanaman umbi seperti bit, talas, bawang bombay dan wortel memiliki persyaratan sedang hingga tinggi, sedangkan lobak membutuhkan lebih sedikit nutrisi.

Tanaman sayuran yang berbunga seperti kubis bunga, buah dan tumbuhan ditanam dalam sistem aquaponik (Love et al., 2015). Selain itu, produksi sayuran berdaun seperti selada (*Lactuca sativa*) berkembang dengan penerimaan pasar yang baik (Sala & da Costa, 2012), pertumbuhan yang cepat, kebutuhan nutrisi yang rendah, dan adaptasi yang sangat baik terhadap sistem aquaponik (Rakocy, 2012). Namun demikian, penelitian yang membandingkan varietas selada dalam aquaponik masih langka.

Tanaman jenis kemangi, *Ocimum basilicum* L. (*Lamiaceae*), merupakan salah satu tanaman herbal unggulan dalam industri akuaponik (Love et al., 2015) . berbagai macam jenis sayuran memiliki beberapa kualitas ideal untuk produksi akuaponik, seperti pertumbuhan yang cepat, nilai pasar segar yang tinggi, melakukan peyerbukan sendiri, sehingga mudah dipanen.

Tanaman berbuah juga membutuhkan periode budidaya yang lebih lama (sembilan puluh hari atau lebih) dan tunduk pada lebih banyak masalah hama dan penyakit. Selada adalah tanaman bagus lainnya untuk sistem aquaponik karena dapat diproduksi dalam waktu singkat (tiga sampai empat minggu

dalam sistem), dan sebagai konsekuensinya, tekanan hama relatif rendah. Tidak seperti tanaman berbuah, sebagian besar biomassa yang dipanen dapat dimakan.

Tanaman lain yang cocok termasuk *Swiss chard*, pak choi, sawi dan selada air. Budidaya bunga memiliki potensi dalam sistem akuaponik. Tumbuhan obat tradisional dan tumbuhan yang digunakan untuk ekstraksi secara modern obat-obatan belum dibudidayakan dalam sistem aquaponik, tetapi mungkin ada berpotensi dalam membudidayakan beberapa tanaman tersebut.

Secara umum, sayuran berdaun tumbuh baik dengan nitrogen yang melimpah dalam sistem, memiliki periode produksi yang singkat, dan sedang dalam permintaan tinggi. Tanaman yang berproduksi memiliki periode jangka yang lebih lama dan harga jualnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang hasilnya berupa daun (Bailey & Ferrarezi, 2017). Beberapa tanaman okra (*Abelmoschus esculentus*) varietas diproduksi selama 3 bulan periode dalam kultur batch (Rakocy et al 2004).

4.3 Media Tanaman

Media tanam aquaponik adalah bahan alami atau sintetis yang tidak dinodai yang menopang tubuh tanaman Anda. Seperti tanah, ia melindungi dan memastikan bahwa akar tanaman berada pada posisi yang benar. Media tumbuh juga berfungsi sebagai area permukaan bagi bakteri untuk berkembang di dalam tempat tumbuh dan bertindak sebagai filter untuk limbah padat yang dikeluarkan dari tangki ikan dan masuk ke tempat tumbuh. Namun perlu diperhatikan bahwa tidak semua metode aquaponik menggunakan media tanam aquaponik, seperti sistem rakit dan teknik film nutrisi (NFT), di mana tanaman ditanam di rakit apung dan pipa PVC.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih media tumbuh akuaponik dalam memilih media tumbuh aquaponik yang cocok untuk sistem. Ada beberapa opsi yang dapat digunakan dan aplikasi. Tetapi untuk keberhasilan sistem aquaponik dan untuk memilih media tanam yang tepat untuk sistem Anda, pertimbangkan faktor-faktor berikut:

4.3.1 Ukuran (*Size*)

Media tanam yang direkomendasikan untuk aquaponik berukuran ½" sampai ¾", dengan luas permukaan yang memadai untuk kolonisasi bakteri. Media tanam yang terlalu kecil dapat menyumbat sistem perairan. Sedangkan media tanam yang terlalu besar dapat menimbulkan celah udara yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

4.3.2. Berat media

Berat merupakan faktor penting dalam memilih media pertumbuhan tanaman. Jika media tanam aquaponik yang lebih kecil atau tipis, pastikan media tumbuh tidak terlalu berat atau besar.

4.3.3 pH-Netral

Memantau dan menyeimbangkan tingkat pH pada media tanaman adalah sesuatu yang perlu dilakukan secara teratur. Tingkat pH sistem harus berada dalam kisaran ideal. Itulah mengapa sangat penting untuk memilih media tanam yang pH-netral. Memilih media tanam pH-netral akan memungkinkan Anda mengelola tingkat pH sistem Anda dengan lebih baik. Apabila media tanam berbahan kerikil atau batu lava, sebaiknya lakukan pengujian untuk melihat apakah pH-nya netral. Untuk mengujinya, cukup cuci media tanam dengan air, masukkan ke dalam wadah, lalu tutupi dengan larutan cuka. Jika terlihat gelembung-gelembung, berarti media tanam memiliki pH yang tinggi. Jika tidak ada gelembung berarti media tanam ber-pH netral.

4.3.4 *Easy on the hand*

Media tanam yang tajam dapat merusak akar tanaman dan melukai tangan Anda saat merawat bedengan. Jadi sangat penting untuk memilih media tumbuh yang aman dan mudah ditangani. Pemilihan media pertumbuhan yang ringan hingga sedang karena jika media penumbuhan Anda terlalu ringan, dapat mengapung dan menyumbat sistem Anda, dan jika terlalu berat, dalam jangka panjang mungkin tidak dapat dikelola.

4.3.5 Tanah liat (Hidroton)

Hidroton merupakan kerikil tanah liat, Hydroton adalah (L.E.C.A.) *Lightweight Expanded Clay Aggregate*. Hidroton adalah salah satu media tanam aquaponik yang paling mahal, tetapi merupakan pilihan yang sangat baik untuk menanam tanaman. Hidroton memiliki berat yang ringan tetapi cukup berat untuk menopang tanaman dan penuh dengan lubang mikroskopis yang memberikan drainase yang baik, meningkatkan luas permukaan, dan memastikan banyak bakteri nitrifikasi dalam sistem Anda.



Gambar 4.1. Media tanam hidroton Sumber: (Heredia, 2014)

Tanah liat atau hidroton mudah dirawat, berpori, pH netral, dan dapat digunakan kembali. Porousness dan bentuk memastikan bahwa ada keseimbangan air dan oksigen yang tepat dalam sistem. Tapi mereka juga cenderung mengapung saat pertama kali digunakan, yang berpotensi menyebabkan

penyumbatan pada pipa dan filter Anda, jadi berhati-hatilah saat menggunakan *hydroton* untuk pertama kali.

Media tanam merupakan faktor penting dalam penanaman. Media tanam yang digunakan pada tanaman hidroponik adalah hidroton. Hidroton adalah media tanam anorganik dari tanah liat yang dipanaskan. Hidroton digunakan sebagai media tanam. Hidroton memiliki kemampuan yang baik untuk mengikat air karena sebagian besar teksturnya terdiri dari mikropori (Sallenave, 2016).

4.3.6 *Cocopeat*

Cocopeat berasal dari industri kelapa dan merupakan produk alami 100%. *Cocopeat* media tumbuh favorit di antara penggemar aquaponik dan hidroponik dan petani komersial. *Cocopeat* 100% terdiri dari serat sabut halus, yang bila dihidrasi ulang mengembang menjadi sekitar 8 liter media tanam. *Cocopeat* yang tidak digunakan, akan mengering dan dapat digunakan kembali pada produksi selanjutnya. *Cocopeat* dapat digunakan sebagai media microgreens, pot tanaman, dan tempat tumbuh hidroponik atau aquaponik, karena memiliki sifat retensi kelembaban dan drainase yang sangat baik.



Gambar 4.2. Media Tanam *Cocopeat*

Sumber: (Kuntardina et al., 2022)

Cocopeat adalah produk samping yang dihasilkan saat pemrosesan sabut kelapa dimana berasal dari sisa-sisa atau ukuran sabut kelapa yang berbeda. *Cocopeat* berperan sebagai media tidur dievaluasi dengan mengamati pertumbuhan tanaman dan ikan yang dibudidayakan selama 12 minggu (Noor Syuhadah & Rohasliney, 2012). Beberapa jenis media tanam tersedia secara komersial dan umum digunakan oleh petani baik impor maupun produksi lokal, seperti hidroton atau kerikil tanah liat, perlit, kerikil, *cocopeat* (Alam et al., 2020). Penggunaan media tanam dapat mendukung tanaman seperti tanah, sehingga cocok untuk menghasilkan tanaman bermassa akar besar seperti buah-buahan, tanaman berbunga, sayuran, dan umbi-umbian (Henze & Ulrichs, 2015).

Tanaman hidroponik yang budidayakan adalah tanaman sawi (*Brassica juncea*). Tumbuhan memiliki kandungan gizi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia seperti energi, protein, lemak, karbohidrat, serat, fosfor, besi, natrium, kalium dan sumber-sumber vitamin A. Kandungan gizi dan rasanya yang enak, menjadikan sawi salah satu produk pertanian yang ada kepentingan umum, sehingga memiliki nilai komersial dan potensi yang tinggi (Deswati et al., 2020).

Sistem akuaponik bergantung pada hubungan terpadu antara hewan dan tumbuhan untuk mempertahankan lingkungan air yang stabil yang mengalami fluktuasi kadar nutrisi dan oksigen sekitar. Aquaponik merpakan kombinasi *aquaculture* (budidaya ikan) dan *hydroponic* (budidaya tanaman tanpa tanah) yang membudidayakan ikan dan tanaman secara bersamaan dalam satu sistem yang terintegrasi. Kotoran ikan menjadi sumber makanan organik bagi tanaman yang tumbuh dan tanaman menjadi filter alami bagi air tempat ikan hidup. Partisipan ketiga adalah mikroba (bakteri nitrifikasi) dan cacing merah pengomposan yang tumbuh subur di media tanam. Mikroba tersebut mengubah amonia dari kotoran ikan terlebih

dahulu menjadi nitrit, kemudian menjadi nitrat dan padatan menjadi kompos yang merupakan makanan bagi tanaman.

Budidaya akuaponik tanpa media tanam rata-rata tinggi selada hanya 6,24 cm (Fariudin et al. 2013). Penggunaan media tanam dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dalam budidaya akuaponik. Aplikasi media tanam *cocopeat* menunjukkan hasil terendah, kemampuan *cocopeat* mengikat dan menyimpan air adalah sangat kuat. Hal ini menyebabkan pertukaran gas pada media mengalami hambatan sehingga terjadi akar mengalami hambatan dalam bernafas dan penyerapan nutrisi tidak optimal (Rahayu et al. 2018). Aplikasi media tanam arang sekam dapat menyebabkan pengaruh perbedaan bobot tanaman segar pada tanaman selada sebesar 115,2 (Firdaus et al., 2018).

4.4 Pengaturan Pengairan Akuaponik

Tanaman dalam sistem akuaponik sepenuhnya bergantung pada air yang kaya nutrisi. Setelah masa pindah tanam, pompa aerasi harus dihidupkan supaya air dapat mengalir ke tanaman. Pembuangan air harus diatur agar air dapat mengalir ke bawah melalui pipa paralon untuk mengairi media tanam. Salah satu sistem aquaponik yang terkenal adalah sistem irigasi tetes pada akuaponik. Sistem ini dikenal dengan sistem yang dapat menghemat air melalui minimalisasi kehilangan air yang memungkinkan sistem untuk digunakan di daerah pertanian yang sumber airnya terbatas. Hal ini menciptakan peluang untuk memperluas pasar dari tanaman yang dibudidayakan dengan sistem ini, termasuk *C. frutescens*, mencakup rumah tangga, domestik, dan pasar ekspor (Andriani et al., 2018).

Sistem sirkulasi atau pergerakan air merupakan sistem produksi di mana air digunakan lebih dari satu kali dalam pengolahan limbah budidaya ikan dan penggunaan kembali air. Tanaman sayuran yang ditanam menggunakan beberapa model

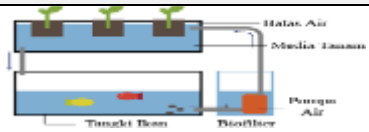
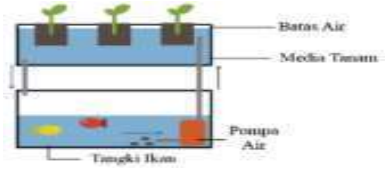
sistem irigasi yang berbeda dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman serta memperbaiki kualitas air.

Penggunaan air dalam hidroponik dan aquaponik jauh lebih rendah daripada produksi tanah. Air yang hilang dari dalam tanah menyebabkan terjadinya penguapan dari permukaan, transpirasi melalui daun, perkolasi ke lapisan tanah, dan mengakibatkan pertumbuhan gulma. Salah satu peranan air adalah pertumbuhan tanaman dan melalui transpirasi dedaunan. Air yang digunakan adalah jumlah minimum mutlak yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, dan hanya sejumlah kecil air yang hilang untuk penguapan dari media tanpa tanah. Secara keseluruhan, aquaponik hanya menggunakan sekitar 10 persen air yang dibutuhkan untuk tumbuh tanaman penanaman tanpa tanah memiliki potensi besar untuk memungkinkan produksi di mana saja air langka atau biaya cukup tinggi (Somerville et al., 2014).

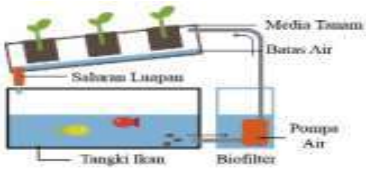
Suhu air sangat penting untuk fungsi penuh bakteri tanaman dan ikan yang tumbuh sehat. Bakteri dan ikan menikmati suhu air yang lebih tinggi dibandingkan tanaman. Aquaponik yang lebih baik diperlukan pengelolaan suhu air yang konstan pada malam dan siang hari. Oleh karena itu, tangki ikan dan biofilter harus dilindungi dari sinar matahari. Ini juga menghilangkan ancaman pertumbuhan alga di dalam unit. Tingkat suhu optimal (^{0}C) untuk ikan adalah antara 20-30^{0}C (tergantung pada spesies), untuk bakteri (25-30^{0}C) dan untuk tumbuhan (20-23^{0}C) (Ababa, 2014).

Tabel 4.1.

Sistem Pengairan Metode Akuaponik

Jenis Sistem	Keterangan
	Nutrisi dipenuhi oleh feses ikan yang kemudian diubah didalam biofilter. Kemudian diteruskan kedalam media tanam untuk diserap.
Sistem Akuaponik *Deep Water Culture*	
Kelebihan	**Kekurangan**
• Tidak mudah mengalami penguapan • Media dapat diangkat dan memudahkan pemanenan • Dapat tahan dengan keadaan listrik yang tidak stabil	• Filtrasi yang kompleks • Unit memerlukan dimensi yangbesar dan berat • Tidak cocok untuk ditanamitanaman yang tinggi • Memerlukan lebih dari 2 pompaair
	Perbedaan sistem pengairan pada kolom sebelumnya terletak pada biofilter yang tidak berdiri sendiri sehingga feses ikan disaring melaluimedia tanam.
Akuaponik *Deep Water Culture: Small Scale*	
Kelebihan	**Kekurangan**
• Tidak mudah mengalami penguapan • Media dapat diangkat dan memudahkan pemanenan • Dapat tahan dengan keadaan listrik yang tidak stabil	• Sistem tidak akan bekerja apabila tanaman tidak memiliki akar yang berguna sebagai filtrasi • Tanaman hanya dapat dipanen satu persatu untuk menjaga akar

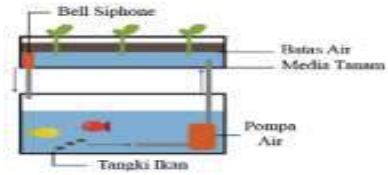
- Tidak memerlukan wadah *Biofilter* melakukan filtrasi



Sama halnya dengan sistem NFT, nutrisi disedot oleh pompa dan ditampung kedalam biofilter kemudian diteruskan menuju media tanam yang dimiringkan.

Akuaponik *Nutrient Film Technique*

Kelebihan	**Kekurangan**
• Tidak memerlukan tenaga yang besar dalam pemeliharaan • Metode panen yang mudah • Unit yang ringan • Tingkat penguapan yang sedikit • Tangki air yang dibutuhkan sedikit	• Filtrasi yang kompleks • Sistem bergantung pada pompa air dan udara • Temperatur air yang tidak konstan dapat memicu *stress*pada ikan • Seringnya terjadi penyumbatan



Feses ikan tidak ditampung didalam biofilter, namun langsung tersaring didalam media tanam, kelebihan air akan di teruskan kembali kedalam tangki ikan melalui *bell siphone.*

Sistem *Media Bed*

Kelebihan	**Kekurangan**
• Mudah dalam pemeliharaan • Penggunaan listrik yang kecil • Semua jenis tanaman dapat ditanam • Tidak memerlukan *biofilter*	• Transplantasi yang sulit • Tingkat penguapan yang tinggi • Tanaman dapat tumbuh tidakseragam

(Sumber: (Assaffah & Primaditya, 2020).

4.4.1 pH (*Power or Potential of Hydrogen*)

Potensial Hidrogen (pH) didefinisikan sebagai jumlah ion hidrogen dalam badan air. pH adalah parameter kualitas air yang sangat penting untuk produksi makanan akuaponik karena menentukan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. pH larutan atau zat dikatakan asam atau basa. pH diukur pada skala yang berkisar dari 1-14 dan titik pada skala pH di mana kedua istilah bertemu disebut netral (pH 7). Apa pun di bawah 7 disebut asam dan di atas 7 disebut basa. Air murni (H_2O) terdiri dari satu molekul oksigen dan dua molekul Hidrogen yang terikat.

pH untuk sayuran, pH air mengontrol akses tanaman ke unsur hara mikro dan makro. Ketersediaan unsur hara ditentukan oleh pH. Pada pH 6 - 6,5 semua unsur hara sudah tersedia tetapi ketika tingkat pH meningkat hingga dan melampaui 7,5, unsur hara seperti besi, fosfor dan mangan menjadi sulit untuk diakses oleh tanaman, yang menyebabkan kekurangan unsur hara. Jika pH terlalu tinggi, tanaman tidak dapat menyerap nutrisi penting seperti besi atau fosfor.

pH adalah salah satu faktor pengaturan yang paling penting untuk sistem aquaponik, dan untuk ikan, tanaman, dan tanaman serta mikroba. pH yang direkomendasikan untuk tanaman budidaya sedikit asam (5,5-5,8) sedangkan pH optimal untuk nitrifikasi adalah 7,5–8,0 (Kim et al., 2007). Ketersediaan P menurun dengan meningkatnya pH larutan nutrisi aquaponik. Menurut simulasi, P berikatan dengan beberapa kation yang melepaskan ion fosfat bebas yang tersedia dalam larutan. Nilai pH yang tinggi menghasilkan pembentukan kalsium fosfat yang tidak larut (Cerozi & Fitzsimmons, 2016).

4.5 Nutrisi Dn Pupuk Pada Tanaman

Enam belas unsur kimia diketahui penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman. Tiga nutrisi non-mineral; hidrogen (H), oksigen (O), dan karbon (C) yang diserap dari udara dan air melalui proses yang disebut

fotosintesis. Tanaman menyerap 13 nutrisi lainnya melalui mereka akar. Nutrisi dan trace mineral ini terdiri dari: Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Belerang (S), Boron (B), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Klorida (Cl), Mangan (Mn), Molibdenum (Mo) dan Seng (Zn). Nutrisi mineral ini terbagi menjadi dua kelompok besar yaitu makronutrien dan mikronutrien.

Nutrisi makro

Ini adalah nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman dan dibutuhkan dalam jumlah besar. Makro unsur hara lagi dapat digolongkan sebagai unsur hara yang termanfaatkan dalam jumlah terbesar atau disebut unsur hara primer (termasuk N,P,K) dan yang dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil dari nutrisi utama dan disebut nutrisi sekunder (termasuk Ca, Mg dan S) (Shiwakoti et al., 2019).

4.5.1 Peran Nutrisi pada Tanaman

a. Nitrogen

Nitrogen berperan untuk mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan ukuran dan kualitas daun, mempercepat panen pematangan, dan mendorong perkembangan buah dan biji. Karena nitrogen adalah bagian dari semua makhluk hidup sel dan komponen penting dari semua protein dan penyusun asam amino, yaitu diperlukan untuk mensintesis protein dan senyawa terkait lainnya, ia berperan di hampir semua tanaman proses metabolisme.

Penambahan unsur 1,5–1,9% N_2O dalam sistem aquaponik pada tomat dan pak choi, menunjukkan bahwa unsur N_2O sangat bebrperan dalam perkembangan tanaman (Hu et al., 2015). Nitrogen adalah salah satu masukan yang paling penting dalam sistem akuaponik, sangat penting untuk menyelidiki transformasi nitrogen dalam sistem untuk meningkatkan hasil tanaman (Wongkiew et al., 2016).

b. Fosfor

Pertumbuhan tanaman normal tidak dapat dicapai tanpa asuapan hara fosfor. Fosfor berperan asam nukleat, fosfolipid, koenzim DNA dan NADP, dan yang paling penting ATP. Fosfor merupakan bagian penting dari proses fotosintesis dan dalam pembentukan semua minyak, gula dan pati.

c. Kalium

Kalium berperan dalam proses metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan, perkembangan buah dan biji, serta bangunan protein, fotosintesis, kualitas buah dan pengurangan penyakit. Kalium berperan penting dalam perkembangan tanaman karena terlibat dalam fotosintesis, sintesis protein, dan aktivasi enzim (Angkha et al., 2020). Kalium (K) merupakan salah satu makronutrien utama setelah nitrogen dan fosfor mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan kualitas buah tanama (Goddek et al., 2019). Kalium berperan sangat penting dalam meningkatkan hasil tanaman. Kalium berfungsi dalam proses fisiologis seperti sintesis sel, enzim, protein, pati, selulosa, dan vitamin; fotosintesis; dan aktivitas stomata (Hasanuzzaman et al., 2018) serta meningkatkan penggunaan efisiensi nitrogen. Proses budidya tanaman secara hidroponik konvensional, memiliki konsentrasi kalium (K) 45 kali lebih rendah dalam larutan aquaponik (Graber & Junge, 2009). Kekurangan kalium sering menyebabkan bengkak pada tanaman buah (Resh, 2013).

4.5.2 Mikronutrien

a. Kalsium

Kalsium (Ca) adalah konstituen dinding sel dan terlibat dalam produksi pertumbuhan baru titik dan ujung akar. Kalsium berperan memberikan elastisitas dan perluasan dinding sel, yang terus tumbuh. Kalsium berperan penting dalam proses integritas struktural dan fungsional membran

sel tumbuhan, menstabilkan struktur dinding sel, mengatur transpor dan selektivitas ion, dan mengontrol perilaku pertukaran ion serta aktivitas enzim dinding sel (Hadi & Karimi, 2012).

b. Magnesium

Magnesium (Mg) merupakan unsur hara dari molekul klorofil, yang merupakan kekuatan pendorong fotosintesis. Ini juga penting untuk metabolisme karbohidrat (gula). Ini adalah sebuah aktivator enzim dalam sintesis asam nukleat (DNA dan RNA). Ini mengatur penyerapan dari unsur esensial lainnya, berfungsi sebagai pembawa senyawa fosfat ke seluruh tanaman, memfasilitasi proses translokasi karbohidrat dan meningkatkan produksi minyak dan lemak.

c. Belerang

Beleran (S) merupakan komponen unsur mikro yang berperan penting dalam sintesis asam amino yang dibutuhkan untuk pembuatan protein. Belerang juga diperlukan untuk produksi klorofil dan pemanfaatan fosfor dan nutrisi penting lainnya. Unsur belerang memiliki peranan sama halnya dengan nitrogen untuk mengoptimalkan hasil panen dan kualitas. Peranan unsur sulfur dapat meningkatkan ukuran dan berat tanaman biji-bijian dan meningkatkan efisiensi nitrogen untuk pembuatan protein. Tanaman yang memiliki kebutuhan nitrogen tinggi harus memiliki belerang yang cukup untuk mengoptimalkan pemanfaatan nitrogen.

d. Boron

Boron (B) merupakan usur hara mikro berperan untuk menghasilkan gula dan karbohidrat.

e. Tembaga

Tembaga (Cu) merupakan hara mikro yang berperan dalam pertembuhan reproduktif tanaman.

f. Besi

Besi (Fe) merupakan unsur hara mikro yang berperan dalam pembentukan dan sintesis klorofil.

g. Khlorida

Khlorida (Cl) merupakan unsur hara mikro yang berperan dalam proses metabolisme tanaman.

h. Mangan

Mangan (Mn) berfungsi sebagai fungsi dengan sistem enzim yang terlibat dalam pemecahan karbohidrat, dan metabolisme nitrogen.

i. Molibdenum

Molibdenum (Mo) merupakan membantu dalam penggunaan nitrogen.

j. Zink

Zink (Zn) berperan penting untuk transformasi karbohidrat.

Mineral-mineral ini tidak selalu cukup di lingkungan tanaman untuk memastikan hasil maksimal pertumbuhan dan hasil panen, karenanya penggunaan pupuk kimia meluas oleh banyak petani dan tukang kebun. 13 unsur hara mineral, yang biasanya berasal dari tanah, dilarutkan dalam air dan diserap melalui akar tanaman. Tidak semua nutrisi mineral diukur secara rutin tetapi memang demikian disajikan untuk meningkatkan kesadaran akan unsur-unsur penting yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

4.6 Pengendalian Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Akuaponik

Pengendalian hama dan penyakit tanaman (HPT) pada tumbuhan akuaponik memiliki arti luas yang jauh melampaui sekadar ketiadaan hama dan penyakit; untuk menjaga hasil produksi dan kesejahteraan masyarakat. Pengendalian atau pencegahan tanaman, termasuk pencegahan penyakit dan pencegahan hama merupakan aspek yang sangat penting dari produksi makanan akuaponik, meskipun upaya pencegahan dan pengendalian dapat dilakukan monitoring dan manajemen patogen dan hama, pemberian nutrisi yang optimal, teknik penanaman yang cerdas dan tepat pengelolaan lingkungan juga penting untuk mengamankan tanaman yang sehat.

Hama yang menyerang tanaman dapat membawa penyakit serta menurunkan hasil produksi. Hama yang menyerang tanaman dapat mengekstraksi cairan saat mengalir ke jaringan tanaman, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Upaya yang dilakukan dalam pengendalian hama dan penyakit selain di sekitar lingkungan tumbuh seperti di dalam rumah kaca, dapat menyebabkan masalah karena ruang tertutup memberikan upaya yang menguntungkan bagi serangga. Pengendalian hama untuk kondisi luar ruangan juga berbeda dari yang di budidaya dilindungi (*green house*), karena di luar terdapat faktor eksternal yang dapat membantu meminimalisir terjadinya serangan HPT seperti pengendalian menggunaan musuh alami. Pada budidaya tanaman diluar *green house* tanaman sayuran akan mudah terserang oleh hama. Pada tanaman caisim yang ditanam pada polibag dapat terserang ulat grayak, belalang dan penyakit bercak daun (Panunggul et al., 2022)

Budidaya tanaman dengan sisem aquaponik menjaga ekosistem dengan baik. Mikroorganisme dan serangga kecil serta laba-laba sebagai musuh alami. Hama yang menyerang pada

tanaman akuaponik diantaranya lalat putih, thrips, kutu daun, penambang daun, ngengat kubis dan tungau memakan dan merusak tanaman. Upaya pengendalian yang dilakukan hama dalam produksi sayuran dapat menggunakan pestisida kimia atau insektisida, namun apabila dilakukan aplikasi pestisida pada tanaman akuaponik akan mencemari sirkulasi air dan kehidupan ikan dan bakteri dalam sirkulasi air.

Upaya pengendalian menggunakan pestisida kimia tidak dianjurkan karena dapat merusak perkembangan tanaman pada item akuaponik. Salah satu alternatif untuk menjag ekosistem budidaya akuaponk maka dapat mengintegrasikan dan memanajemen lingkungan dengan ramah lingkungan.

Pengelolaan pengendalian hama terpadu (IPPM) merupakan suatu pendekatan ekosistem yang berperan dalam meningkatkan produksi dan perlindungan tanaman berbasis ramah lingkungan. Kombinasi dari pengendalian mekanik, fisik, kimia, biologi dan mikroba yang dilakukan bersama dapat menyebabkan resistensi tanaman inang dan praktik budaya. Tidak semua pengendalian ini berlaku untuk budidaya aquaponik karena dapat mengakibatkan kerugian bagi ikan dan bakteri (yaitu bahan kimia dan beberapa pestisida organik). Dengan demikian, upaya yang dapat diterapkan untuk budidaya aquaponik skala kecil, dapat dilakukan pengendalian secara mekanis dan pengendalian fisik, ketahanan tanaman inang dan teknik budidaya untuk mencegah serangan hama dan penyakit.

4.6.1 Kontrol fisik, dan mekanis

Upaya yang dilakukan dalam pengendalian hama dalam budidaya aquaponik, dapat diupayakan pencegahan pertama. Pemantauan hama sangat penting dapat diidentifikasi dan dikelola sebelum serangga merusak seluruh tanaman. Di bawah ini merupakan upaya pengendalian yang dapat digunakan dalam pertanian organik/konvensional, yang juga cocok untuk

budidaya aquaponik skala kecil, serta untuk menghindari serangan hama.

4.6.2 Jaring

Upaya pengendalian dengan tenik ini untuk mencegah kerusakan hama di daerah tropis atau dimanapun hortikultura organik dipraktekkan atau pestisida tidak efektif. Ukuran jaring jaring bervariasi tergantung pada hama yang ditargetkan; gunakan jaring dengan ukuran jaring 0,15 mm untuk mencegah thrips, 0,35 mm untuk mencegah kutu kebul dan kutu daun, dan 0,8 mm untuk mencegah penambang daun (Somerville et al.2014). Kelambu sangat efektif saat bibit masih sangat muda dan lembut. Jaring tidak menekan atau membasmi hama, mereka hanya mengecualikan sebagian besar dari mereka; oleh karena itu, mereka harus dipasang sebelum munculnya hama dan perawatan harus dilakukan untuk tidak membiarkan hama masuk ke dalam lingkungan yang dilindungi.

4.6.3 *Physical Barriers*

Pengendalian ni menggunakan metode jarak yang terbatas yang bisa dilakukan serangga memungkinkan untuk mengurangi prevalensi hama serta menambahkan penghalang fisik di antara sayuran dan vegetasi sekitarnya seperti jalan beraspal, lantai bangunan. Budidaya akuaponik berumah kaca mencegah serangga masuk karena bawaan faktor lingkungan.

4.6.4 Manajemen Lingkungan

Upaya yang dilakukan dalam memanajemen lingkungan diataranya mengatur kondisi cahaya, suhu, dan kelembapan yang optimal, yang dapat dengan mudah berubah dalam penanaman yang dilindungi, untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan untuk membangun kondisi yang tidak menguntungkan bagi hama. Misalnya, tungau laba-laba tidak mentolerir basah dan kondisi lembab, sehingga mister yang diarahkan pada daun tanaman.

4.6.5 Jarak Tanam

Kepadatan tanam yang tinggi dan/atau pemangkasan yang tidak memadai meningkatkan persaingan untuk cahaya, mendorong serangga hama. Persaingan ini akhirnya membuat jaringan tanaman lebih banyak segar untuk hama untuk menembus atau untuk patogen untuk menembus, dan sempit kondisi menawarkan perlindungan bagi hama. Pastikan ada ventilasi cahaya yang memadai dan penetrasi sinar matahari melalui kanopi. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, banyak tanaman memiliki kebutuhan khusus akan sinar matahari atau kekurangannya. Dengan menggabungkan sinar matahari penuh dengan toleran naungan tanaman, dimungkinkan untuk mengintensifkan produksi tanpa risiko meningkatkan persaingan dan melemahkan tumbuhan. Dalam hal ini tanaman yang tahan naungan dapat tumbuh di bawah kanopi dari orang-orang yang mencintai matahari. Dengan cara ini, tanaman lebih sehat dan lebih tahan terhadap hama dan penyakit.

4.6.6 Rotasi Tanaman

Meskipun dalam budidaya aquaponik dapat dikelola secara monokultur tanpa menghadapi masalah rendahnya hara tanah dapat memiliki efek selektif pada hama di sekitarnya. Dengan demikian, setelah panen dapat melakukan pergiliran tanaman jenis lainnya, bahkan untuk waktu yang singkat, dapat menyebabkan pengurangan hama secara drastis.

4.6.7 Kontrol kimia

Jika hama tetap menjadi masalah setelah menggunakan fisik, mekanik dan budaya di atas kontrol, mungkin perlu menggunakan pengendalian kimia. Pestisida sintetik dan insektisida tidak boleh digunakan dalam aquaponik karena akan membunuh ikan. Semua pengendalian dengan bahan kimia harus dipertimbangkan dan menjadi pilihan terakhir dalam sistem aquaponik.

4.6.8 Kontrol Biologis

Sedangkan untuk pestisida nabati, beberapa ekstrak yang diperoleh dari mikroorganisme yang aman. Dua organisme banyak digunakan dalam aquaponik dan pertanian organik adalah *Bacillus thuringiensis* dan *Beauveria bassiana* (Somerville et al., 2014). Gajala serangan dari *Bacillus thuringiensis* adalah ekstrak racun dari bakteri yang merusak saluran pencernaan serangga dan membunuhnya. Aplikasi dapat disemprotkan lewat daun dan secara khusus menargetkan ulat, penggulung daun, ngengat atau larva kupu-kupu tanpa merusak serangga bermanfaat lainnya. *B. bassiana* adalah jamur yang berkecambah dan menembus kulit serangga (kitin), membunuh hama melalui dehidrasi. efektivitas dari jamur tergantung pada jumlah spora yang disemprotkan dan pada kelembaban optimal dan kondisi suhu, idealnya agen yang baik untuk tropis lembab.

4.6.9 Serangga yang Menguntungkan-Predator Hama

Serangga yang bermanfaat atau predator hama merupakan metode lain yang efektif untuk mengendalikan hama, khususnya di lingkungan yang terkendali seperti rumah kaca atau nethouse. Predator serangga seperti *lacewings* dimasukkan ke dalam ruang tumbuh tanaman untuk mengendalikan infestasi lebih lanjut. Beberapa keuntungan menggunakan serangga yang bermanfaat antara lain: tidak adanya residu pestisida atau resistensi yang disebabkan oleh pestisida pada hama, secara ekonomis layak (dalam jangka panjang hanya untuk operasi skala besar), dan ramah lingkungan.

4.6.10 Penanggulangan Penyakit Terpadu

Berbeda dengan hidroponik yang sebagian besar dikelola dalam kondisi steril, budidaya aquaponik mengambil keuntungan dari ekosistem mikroskopis kompleks yang mencakup bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya. Kehadiran mikro-organisme yang beradaptasi dengan baik ini

membuat masing-masing sistem lebih tangguh jika terjadi serangan hama atau penyakit. Namun demikian, keberhasilan produksi tanaman merupakan hasil dari strategi pengelolaan agar terhindar dari penyakit wabah yang terutama berfokus pada kondisi lingkungan, seperti (hama seperti kutu kebul dapat membawa virus mematikan) pada pengelolaan tanaman serta penggunaan pestisida organik yang dapat membantu mencegah atau menyembuhkan tanaman. Upaya yang dilakukan dalam pengendalian manajemen penyakit bergantung pada pencegahan, pemilihan tanaman, dan pemantauan sebagai lini pertama pertahanan terhadap penyakit, dan menggunakan pengendalian apabila diperlukan.

4.6.11 Kontrol Lingkungan

Suhu dan kelembaban memainkan peran penting dalam manajemen kesehatan tanaman. Setiap patogen tanaman memiliki pertumbuhan yang optimal suhu yang dapat berbeda dengan tanaman. Dengan demikian, penyakit terjadi di daerah tertentu dan periode selama tahun ketika kondisi lebih menguntungkan bagi patogen daripada tanaman inangnya. Selain itu, kelembaban berperan untuk media perkecambahan spora jamur, yang membutuhkan lapisan tipis air yang menutupi jaringan tanaman. Begitu pula dengan aktivasi beberapa penyakit bakteri dan jamur sangat berkorelasi dengan keberadaan permukaan air.

Pengendalian suhu air berperan kunci dalam menghindari wabah jamur. Penyakit umum dalam aquaponik adalah busuk akar yang disebabkan oleh *Pythium* spp., patogen tular tanah yang dapat secara tidak sengaja dimasukkan ke dalam sistem dari bahan yang terkontaminasi (tanah, gambut, bibit dari pembibitan) (Somerville et al., 2014). Tidak seperti di hidroponik, di aquaponik jamur ini melakukannya tidak menyebabkan kerusakan di bawah suhu tertentu karena adanya persaingan dari mikroorganisme lainnya. Oleh karena itu,

pemeliharan suhu dibawah 28-30C meminimalisir menghindari perkecambahan spora.

4.6.12 Pemilihan Varietas Tahan

Varietas tanaman memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap patogen. Dalam beberapa penelitian, pemanfaatan kultivar tahan digunakan untuk menghindari penyakit. Jadi, pemanfaatan varietas tahan sangat penting sebagai varietas tanaman yang lebih beradaptasi untuk tumbuh di lingkungan tertentu atau memiliki tingkat resistensi yang lebih tinggi terhadap patogen tertentu. Perusahaan benih menawarkan berbagai pilihan tanaman yang memiliki respon berbeda terhadap patogen. Penggunaan varietas lokal yang dipilih secara alami untuk suatu hal yang spesifik lingkungan dapat memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat.

Jika tidak dapat mengendalikan penyakit tanaman dengan varietas tahan, dapat beralih atau merotasi tanaman sesuai musim tanam. Dalam kasus penyakit *Pythium* spp. pada varietas selada, mikroorganisme yang menguntungkan tidak mampu mengendalikannya infestasi, ada kemungkinan untuk beralih ke jenis tanaman lainnya, seperti kemangi, yang lebih toleran patogen dan suhu air yang tinggi**.** Secara etiologi dan epidemiologi spesies *Pythium* dapat berkembangbiak pada budidaya tanaman secara hidroponik (Sutton et al., 2006) dan akuaponik (Stouvenakers et al. 2019). Penyakit *Pythium* mempengaruhi zona akar dan mengurangi hasil dan kualitas tanaman. infeksi pada akar biasanya bersifat biotrofik dan asimtomatik. Setelah tahap kolonisasi akar, *Pythium spp*. menjadi nekrotrofik dan kemudian menimbulkan gejala. Secara umum, gejala perubahan warna akar yang berubah menjadi berbagai warna cokelat dan akhirnya merosot menjadi akar yang membusuk dan busuk (Stouvenakers et al., 2020).

Penggunaan bakteri agen kontrol biologis antagonistik tertentu dari genera *Bacillus* spp. (Ben Khedher et al., 2020), *Pseudomonas* spp. (Kalantari et al., 2018), *Streptomyces* spp. (Vurukonda et al. 2018), dan *Trichoderma* spp. (Sood et al., 2020) sangat efektif dalam pengelolaan patogen penyebab tular tanah penyakit seperti *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp., dan genus *Pythium*. Sampai saat ini, hanya sedikit penelitian yang telah dilakukan untuk mengadopsi BCA antagonis mengendalikan busuk akar *Pythium* pada pohon zaitun (Legrifi et al., 2022).

4.7 Penutup

Penurunan lahan pertanian secara bertahap karena tren yang sedang berlangsung Peningkatan populasi, urbanisasi yang cepat, perubahan lingkungan yang tidak normal, berkurangnya pasokan air, dan akibatnya masalah ketahanan pangan telah menarik banyak perhatian yaitu praktik pertanian vertikal. Pada prinsipnya, budidaya pertanian secara vertikal adalah konsep sederhana yang melibatkan penanaman tanaman dalam lapisan yang ditumpuk secara vertikal. Budidaya memanfaatkan lahan sempit bertujuan untuk mengoptimalkan teknik pertanian tanpa tanah dalam ruangan seperti hidroponik, aquaponik dan aeroponik yang memiliki potensi menjadi masa depan pertanian sebagai pertanian berkelanjutan untuk menghasilkan hasil tinggi. Sistem budidaya akuaponik 5.0 merupakan suatu konsep pertanian urban farming masa depan dengan memanfaatkan lahan sempit berbasis teknologi, kreatif dan inovatif. Harapan dengan adanya buku ini dapat memberikan manfaat berupa wawasan ilmu pengetahuan, pemahaman yang teoritis dan praktis sehingga memudahkan pembaca buku ini dapat mengaplikasikan dan memperdalam ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) di bidang pertanian tentunya dalam **budidaya akuaponik *for urban farming* mewujudkan petani inovtif pada generasi 5.0**.

Bab 5

Pemeliharaan Ikan Pada Akuaponik

5.1. Pendahuluan

Sistem *akuaponik* merupakan solusi untuk permasalahan terbatasnya sumber air pada pemeliharaan budidaya *ikan, terutama pada daerah perkotaan yang juga mempunyai lahan terbatas. Jenis ikan dan sayuran yang dipelihara pada sistem akuaponik beragam dan dapat dilakukan pemeliharaan baik untuk ikan konsumsi maupun untuk ikan hias. Teknologi pada* akuaponik yaitu penggunaan air pada media pemeliharaan yang berulang setelah dilakukan filtrasi atau penyaringan yang dikenal dengan sistem resirkulasi. Pada sistem akuaponik, air yang berasal dari media pemeliharaan ikan akan dikembalikan kembali ke dalam wadah pemeliharaan setelah melalui proses filtrasi oleh sayuran. Sistem resirkulasi ini menguntungkan bagi ikan dan sayuran yang dipelihara secara bersamaan, sisa pakan dan feses ikan yang berada pada kolam pemeliharan akan dimanfaatkan oleh sayuran untuk nutrisi, kemudian ikan akan memperoleh air yang telah bersih untuk digunakan kembali di kolam pemeliharaan.

Pemeliharaan ikan pada sistem akuaponik dimulai dari pemilihan benih ikan yang sehat, padat tebar ikan pada kolam, pemberian pakan ikan dan kualitas air pada sistem akuaponik. Benih ikan yang sehat mutlak diperlukan pada pemeliharaan agar tingkat keberhasilan budidaya tinggi. Ukuran ikan yang seragam akan mengurangi persaingan dalam konsumsi pakan

dan jumlah ikan yang sesuai kapasitas kolam akan memberikan pertumbuhan yang optimal bagi ikan. jenis dan ukuran pakan juga akan berdampak pada pertumbuhan ikan serta kualitas iar yang optimal akan menunjang kelangsungan hidup ikan.

5.2. Padat Tebar Ikan

Jenis ikan yang dipelihara pada sistem akuaponik dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembudidaya, baik untuk ikan konsumsi maupun ikan hias. Ikan konsumsi air tawar yang banyak digunakan pada sistem akuaponik adalah ikan nila, lele, gurame, patin dan ikan mas serta dapat juga dilakukan pemeliharaan ikan hias menggunakan ikan koi dan ikan mas koki. Pada pemelihaaran ikan di sistem akuaponik hal yang harus diperhatikan adalah padat tebar benih ikan dalam kolam pemeliharaan. Padat tebar ikan berhubungan dengan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) yang dalam sistem akuaponik ini adalah kolam pemeliharaan. Pada kolam pemeliharaan sistem akuponik perlu diperhatikan pemilihan benih yang baik, ukuran dan jumlah ikan yang yang digunakan pada awal pemeliharaan.

Benih ikan yang berkualitas menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan untuk budidaya ikan sistem akuaponik. Benih ikan sehat yang digunakan pada kolam pemeliharaan mempunyai ciri-ciri fisik sebagai berikut yaitu ikan mempunyai morfologi yang lengkap dan tidak ada luka, ikan aktif berenang, ikan tidak membawa penyakit serta ikan respon terhadap pakan yang diberikan. Ikan yang sehat berenang aktif di permukaan air dan bergerombol, aktif melwan arus air serta ikan bereaksi jika ada rangsangan cahaya dan kejutan, sedangkan ikan yang tidak sehat akan berenang menyendiri atau berada pada dasar kolam.

Benih ikan yang digunakan pada pemeliharaan sebaiknya mempunyai ukuran yang seragam. Ukuran dan jenis ikan yang berbeda dapat mempengaruhi jumlah ikan yang akan ditebar di dalam kolam pemeliharaan. Jumlah ikan yang ditebar tergantung

pada ukuran dan volume air kolam pemeliharaan. Peningkatan padat tebar dapat menyebabkan pertumbuhan ikan menurun. Pada saat melakukan penebaran ikan perlu diperhatikan juga lama waktu pemeliharaan ikan, agar dapat disesuaikan dengan jumlah ikan yang akan ditebar.

Permasalahan yang muncul pada sistem akuaponik jika ikan ditebar tidak sesuai daya dukung kolam adalah adanya persaingan untuk mendapatkan pakan yang diberikan dan terbatasnya ruang gerak ikan di kolam pemeliharaan. Perbedaan antar ikan dalam mendapatkan pakan yang diberikan serta ruang gerak mengakibatkan ikan mudah mengalami stress, pertumbuhan ikan tidak seragam dan kelangsungan hidup ikan rendah. Tingginya kepadatan ikan di dalam kolam pemeliharaan akan menyebabkan kecilnya laju pertumbuhan ikan per individu dan dengan padat tebar optimal maka ikan mempunyai kemampuan memanfaatkan makanan dengan baik. Pada sistem akuaponik padat tebar ikan juga berpengaruh pada nutrisi sayuran yang berada pada instalasi hidroponik. Padat tebar yang terlalu rendah tidak akan mencukupi nutrisi yang dibutuhkan oleh sayuran untuk tumbuh, maka sayuran akan kerdil atau tidak tumbuh optimal. Unsur nitrogen sebagai salah satu nutrisi diperlukan untuk membuat protein pada sayuran yang dapat dimanfaatkan untuk membentuk sel serta klorofil pada sayuran.

Padat tebar ikan pada kolam disesuaikan dengan ukuran ikan karena padat tebar ikan penting untuk berfungsinya sistem akuaponik dan padat tebar yang tidak optimal dapat memperlambat pertumbuhan ikan. Jumlah ikan yang ditebar pada kolam dihitung juga berdasarkan volume air yang digunakan pada kolam. Ukuran ikan dan volume air yang diketahui dapat menentukan jumlah ikan yang akan dipelihara pada kolam. Padat tebar menjadi faktor yang dapat menyebabkan rendahnya presentase kelangsungan hidup dan kualitas ikan serta tingginya biaya produksi selama pemeliharaan. Selain itu kepadatan ikan berpengaruh pada

pertumbuhan sayuran karena sisa pakan dan feses menghasilkan amonia yang tidak dalam kondisi optimum yang dibutuhkan sayuran.

Benih ikan yang digunakan pada pemeliharaan menggunakan ukuran panjang untuk menentukan padat tebar. Contoh pada ikan nila ukuran 3-5 cm padat tebarnya 100 ekor m^2 untuk menghasilkan pertumbuhan yang optimal dalam sistem akuaponik. Pada ikan patin siam benih yang digunakan mulai dari ukuran 1,0-3,0 inci dengan padat tebar maksimal 80 ekor/liter. Padat tebar untuk budidaya ikan mas dengan sistem akuaponik adalah sebanyak 60 ekor m^2 dengan ukuran 5-7 cm. Padat tebar ikan lele untuk sistem akuaponik adalah 100-125 ekor per m^2.

Penebaran ikan pada kolam pemeliharaan sistem akuaponik dilakukan pada pagi atau sore hari untuk menghindari stres pada ikan karena suhu lungkungan yang rendah. Penyesuaian pada kolam pemeliharaan atau yang dikenal dengan istilah aklimatisasi harus dilakukan setelah benih ikan sampai pada lokasi pemeliharaan. Aklimatisasi benih ikan dilakukan sebelum benih dimasukkan ke dalam kolam pemeliharaan untuk pemeliharaan benih tahap berikutnya. Kantong plastik berisi benih diletakkan di atas permukaan air kolam selama 5-10 menit agar suhu di dalam plastik sama dengan suhu di kolam pemeliharaan. Setelah aklimatisasi plastik packing dibuka dan benih dibiarkan keluar berenang dari plastik dengan sendirinya. Jika benih keluar dari plastik dengan berenang aktif maka benih ikan dapat dikatakan sehat dan bagus untuk usaha pembesaran di kolam sistem akuaponik.

Benih yang sehat dan padat tebar yang sesuai akan mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan yang dipelihara pada kolam. Faktor yang mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup dapat berasal dari dalam dan luar. Faktor dalam terdiri dari umur dan ukuran serta kemampuan ikan

untuk menyesuaikan diri dengan media pemeliharaan setelah dilakukannya penebaran. Faktor luar antara lain ketersediaan makanan selama pemeliharaan berlangsung dan kualitas air kolam pemeliharaan. Ukuran ikan yang terlalu kecil akan menyebabkan ikan lebih rentan mati ketika dipindahkan ke tempat baru dikarenakan ada perpindahan atau transportasi dan penyesuaian dengan lingkungan baru. Ketersediaan makanan pada kolam pemeliharaan juga sangat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan, jika ukuran ikan tidak seragam maka akan terjadi persaingan dalam perebutan makanan dan kualitas air yang tidak optimal maka ikan akan mengeluarkan energi lebih besar untuk penyesuaian diri dengan lingkungan. Pada sistem akuaponik dengan sistem penggunaan air secara berulang membuat kualitas air pada kolam pemeliharaan dapat dijaga kualitasnya. Menjaga kualitas air kolam pemeliharaan dengan proses perbaikan kualitas air dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

5.3. Pemberian Pakan Ikan pada Sistem Akuaponik

Pakan yang diberikan pada ikan yang dipelihara pada sistem akuponik disesuaikan dengan kebutuhan ikan. Ukuran dan kebutuhan protein pakan setiap ikan berbeda maka pemberian pakan ikan pun disesuaikan dengan fase ikan. Pakan menjadi faktor penting pada ikan karena asupan makanan ini menjadi sumber energi untuk pertumbuhan dan menjaga kesehatan ikan. Pakan yang diberikan mempunyai kandungan nutrisi yang yang dapat memenuhi kebutuhan ikan agar pertumbuan ikan menjadi optimal. Kualitas pakan ditentukan oleh kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Selain kandungan nutrisi, pakan yang diberikan disesuaikan dengan ukuran bukaan mulut ikan agar pakan dapat dikonsumsi dengan baik oleh ikan, jika pakan yang diberikan lebih besar ukurannya dari bukaan mulut ikan maka ikan akan memuntahkan pakan tersebut dan pakan akan menjadi kotoran di dasar kolam. Dalam pemberian pakan, waktu juga harus

diperhatikan agar pakan yang diberikan habis dikonsumsi oleh ikan.

Benih ikan yang telah ditebar di kolam pemeliharaan mengalami transportasi dan ikan dipuasakan satu hari sebelum ikan dipindahkan, maka ikan mengalami stres karena penyesuaian dengan lingkungan baru. Pemberian pakan pertama dilakukan dengan memperhatikan kondisi ikan, ikan yang berenang aktif dan kondisinya sehat maka pemberian pakan dapat dilakukan pada hari yang sama setelah ikan ditebar dengan dosis minimal sesuai dengan kebutuhan, yaitu pakan diberikan sedikit demi sedikit sambil mellihat respon ikan terhadap pakan. Ikan yang merespon pakan dengan aktif ditandai dengan ikan mendekat ke pakan lalu ikan memakan pakan yang diberikan.

Pakan ikan pada sistem akuponik merupakan pakan buatan berupa pellet dengan kandungan protein dan ukuran pellet telah disesuaikan dengan jenis dan ukuran ikan. Ikan karnivora membutuhkan pakan dengan protein lebih tinggi dibandingkan dangan ikan herbivora dan ikan omnivora membutuhkan protein yang berada pada kisaran keduanya. Ikan yang dipelihara pada sistem akuaponik membutuhkan protein sekitar 25 –35%. Pakan yang diberikan perhari sebanyak 3-5% dari biomassa ikan dengan frekuensi pemberian 2-3 kali. Penambahan jumlah pakan yang diberikan pada ikan dilakukan sesuai data berat individu rata-rata ikan yang diukur tiap dilakukan pengambilan contoh berat ikan. Pada sistem akuaponik ikan nila memberikan pertumbuhan terbaik dengan pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari dengan komposisi pakan yang mengandung protein 30-32%. Kebutuhan jumlah nutrisi untuk sayuran berbeda-beda tergantung dari jenis sayuran yang dibudidayakan pada media akuaponik. Jika jumlah pakan ikan terpenuhi, maka kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan sayuran juga akan terpenuhi.

5.4. Manajemen Kualitas Air pada Sistem Akuaponik

Sistem akuaponik mempunyai prinsip air pada media pemeliharaan digunakan secara terus menerus selama proses pemeliharaan ikan dan sayuran tanpa ada pergantian air dengan jumlah banyak, apabila tinggi air berkurang maka dilakukan penambahan air. Air dari kolam pemeliharaan ikan akan mengalir ke pipa sayuran dan sebaliknya air yang telah disaring oleh sayuran dikembalikan ke kolam pemeliharaan. Sistem teknologi dari akuaponik ini adalah teknologi resirkulasi sehingga tersedia air yang memenuhi standar optimum masing-masing komoditas untuk tumbuh. Pemanfaatan sisa pakan dan feses yang menjadi limbah dari budidaya ikan yaitu fosfor dan nitrogen dalam air yang berpengaruh baik terhadap pertumbuhan sayuran. Penyerapan unsur hara oleh sayuran yang berasal dari kolam berupa nitrogen dan fosfor mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya umur tanaman, limbah dari ikan dimanfaatkan oleh sayuran sebagai nutrien sehingga mengurangi pelepasan limbah ke lingkungan dan memperpanjang masa penggunaan air dengan penggunaan berulang.

Kualitas air memegang peranan penting dalam pemeliharaan ikan sistem akuaponik. Aliran air pada sistem akuaponik menyebabkan bahan organik dan anorganik akan terakumulasi pada sistem dan jika bahan ini tidak terurai maka terjadinya pembentukan senyawa yang berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan. Senyawa beracun yang terbentuk dapat diuraikan dengan adanya bakteri dan filter pada sistem akuaponik. Filter yang digunakan apada pengelolaan air sistem akuaponik dapat berupa filter mekanik dan biologi. Filter mekanik didapatkan dengan menambahkan spons, arang atau zeolit pada filter dan dengan penerapan sistem resirkulasi dan memanfaatkan sayuran sebagai tanaman penyaring limbah nutrien yang sering disebut dengan biofilter atau filter biologi.

Tujuan penggunaan sayuran dalam sistem akuaponik berhubungan dengan kemampuan sayuran untuk menyerap limbah air budidaya. Air berisi limbah yang telah tersaring oleh sayuran akan memberikan asupan oksigen kepada ikan di kolam, hal ini membuat kualitas air dapat dipertahankan dalam waktu yang lebih lama tanpa ada pergantian air. Sistem akuaponik menyediakan media bagi bakteri untuk mengubah sisa metabolisme ikan menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh sayuran. Proses penyerapan nutrisi ini dapat membersihkan air dan mencegah terakumulasinya nitrogen yang berbahaya berupa amonia dan nitrit serta memungkinkan ikan, sayuran, dan bakteri berkembang dengan saling menguntungkan.

Parameter air yang diukur pada sistem akuaponik adalah parameter fisika dan kimia meliputi suhu air, pH, oksigen terlarut, karbondioksida dan ammonia serta turunannya. Suhu menjadi parameter air yang mempunyai pengaruh besar terhadap organisme yang berada pada sistem akuaponik, karena suhu air berpengaruh terhadap jenis ikan dan sayuran yang dipelihara serta kinerja bakteri nitrifikasi. Ikan mempunyai suhu optimal untuk menunjang pertumbuhannya, suhu air yang mempunyai nilai lebih rendah atau lebih tinggi dari suhu air optimal mempengaruhi pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan efisiensi pakan ikan. Pertumbuhan ikan terhambat jika suhu air berada pada kisaran yang lebih rendah atau tinggi karena energi yang ada akan digunakan untuk mempertahankan kondisi tubuhnya, begitu juga dengan tingkat kelangsungan hidup ikan, nilainya akan rendah jika pada saat dilakukannya pemeliharaan ikan nilai kisaran suhu kurang atau lebih dari suhu optimal yang dapat ditoleransi oleh ikan. Suhu air yang dapat mendukung pertumbuhan ikan nila, berkisar pada suhu 24–32 ºC dan ikan lele pada suhu 25-30°C.

Suhu air menjadi parameter yang tidak hanya berpengaruh kepadad ikan yang dipelihara, tetapiapat juga mempengaruhi pertumbuhan sayuran dan kinerja bakteri untuk

penguraian ammonia yaitu pada proses nitrifikasi. Kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan sayuran pada media hidroponik antara 28–30 °C, jika suhu air pada instalasi hidroponik tinggi maka mempengaruhi suhu pada kolam pemeliharaan ikan. jika suhu pada kolam pemeliharaan tinggi maka kadar oksigen terlarut dalam instalasi hiroponik menurun, maka bisa berakibat pada turunnya kemampuan akar sayuran untuk untuk menyerap nutrisi dari air. Ikan dan sayuran mempunyai kisaran suhu yang optimal untuk tumbuh, begitu juga dengan kegiatan bakteri pengurai pada sistem akuaponik.

Air dari kolam pemeliharaan yang sudah melalui penyaringan akan mengalami pertambahan nilai suhu dan suhu air akan lebih stabil, penyebabnya dikarenakan adanya peran sistem resirkulasi dan filter biologi. Air dari kolam pemeliharaan ikan yang dialirkan ke instalasi hidroponik menyebabkan terjadinya tumbukan antara partikel air secara mekanis, media tanam dan akar sayuran sehingga suhu air dalam kolam dapat lebih tinggi dan suhu berada pada kisaran optimum untuk pemeliharan ikan dan sayuran. Suhu yang mengalami perubahan secara signifikan akan mempengaruhi sistem kerja metabolisme ikan. Kondisi perairan dengan suhu rendah akan menurunkan kekebalan tubuh ikan terhadap penyakit, serta suhu air yang turun secara cepat dapat berakibat pengambilan oksigen oleh ikan terganggu. Kenaikan suhu menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut dalam air.

Oksigen terlarut (*Disollved oxigen*) diperlukan ikan untuk melakukan proses pernapasan dan pada sistem akuaponik kadar oksigen terlarut di kolam pemeliharaan cukup stabil karena adanya penambahan kadar oksigen ketika air dialirkan kembali ke kolam pemeliharaan setelah difilter oleh sayuran. Kadar oksigen terlarut pada kolam minimal 3 mg/L dan nilai oksigen terlarut yang optimal untuk pertumbuhan ikan harus lebih dari 5 mg/L. Pada sayuran, oksigen terlarut digunakan untuk proses pernafasan melalui fotosintesis dan menghasilkan energi untuk

penyerapan air beserta nutrisi yang terkandung di dalamnya. Jika oksigen yang tersedia tidak memenuhi maka pertumbuhan sayuran juga terhambat. Bagi bakteri nitrifikasi peranan oksigen terlarut untuk mengubah sisa pakan dan feses ikan menjadi nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh sayuran. ketersediaan oksigen merupakan penentu dalam aktifitas bagi ikan, sayuran dan bakteri serta laju pertumbuhan.

Sayuran kangkung mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan jenis sayuran lainnya dan hal ini menyebabkan memberikan penyerapan nitrogen anorganik yang lebih baik sehingga kualitas air pun dapat terjaga, salah satunya pada kandungan oksigen terlarut pada air. Jika akar sayuran kaya akan oksigen maka dapat meningkatkan konsentrasi oksigen di air sehingga merangsang respirasi akar secara optimal sehingga akar dapat digunakan untuk menyerap nutrisi hidroponik secara maksimal. Kandungan oksigen yang optimal agar sayuran dapat melakukan proses respirasi adalah 2,5 mg/L, jika kadar oksigen rendah akar dan daun sayuran akan layu sehingga unsur hara yang berasal dari air tidak dapat terserap dengan optimal. Integrasi kegiatan budidaya ikan dan sayuran pada sistem akuaponik dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut pada kolam pemeliharaan ikan dan begitu juga pada air sebagai media tanam sayuran.

Air sebagai media tempat hidup ikan dan sayuran pada sistem akuaponik harus memenuhi kriteria dari segi kuantitas dan kualitas, sehingga dapat menunjang pertumbuhan. Kualitas perairan yang juga menjadi faktor penting adalah derajat keasaman air atau dikenal dengan sebutan pH air. pH air menjadi salah satu faktor penting pada sistem akuaponik dan nilai pH air harus seimbang antara kolam pemeliharaan ikan, sayuran, dan bakteri. Ketiga organisme yang berada pada sistem akuaponik mempunyai rentang nilai pH untuk dapat tumbuh dan nilai pH optimal berbeda untuk setiap spesies. Jika nilai pH air berada di

luar kisaran optimal maka pertumbuhan akan terganggu dan rentan terhadap penyakit.

Nilai pH untuk pemeliharan ikan pada kisaran 6,5-8 dan untuk sayuran 5,5-7, serta pH optimal untuk bakteri adalah 7,5-8,0. Kisaran pH yang berada pada nilai optimal diperlukan agar kinerja sistem akuaponik berjalan baik. Dalam sistem akuaponik sisa pakan dan feses serta peningkatan kadar karbondioksida dalam air menyebabkan pH air turun sehingga sesuai untuk dimanfaatkan oleh sayuran. Suhu dan pH berkorelasi positif dengan konsentrasi amonia di media pemeliharaan, peningkatan suhu dan pH air maka amonia yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai pH yang berada pada kisaran optimal dapat memaksimalkan dalam proses penyerapan nutrisi yang terdapat dalam air yang dilakukan oleh akar sayuran.

Sisa pakan dan feses ikan merupakan bahan organik yang berisi protein dan asam amino dan bahan organik ini mengalami pembusukan serta menghasilkan nitrogen organik yaitu ammonia, nitrit, dan nitrat. Sistem akuaponik tidak dapat dilepaskan dengan siklus nitrogen dan adanya kegiatan nitrifikasi dalam media perairan. Nilai amonia optimal kurang dari 1 mg/L disarankan pada sistem akuaponik untuk menjaga kualitas air dan jika terjadi peningkatan pH dan suhu air maka tingkat toksisitas amonia di air akan bertambah dan penurunan kandungan oksigen terlarut pada kolam pemeliharaan. Kandungan amonia yang tinggi dapat menurunkan kelangsungan hidup ikan pada kolam pemeliharaan dan pada menjadi limbah budidaya bagi lingkungan, maka dengan sistem akuaponik limbah budidaya ikan dapat menjadi nutrisi sayuran. Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen di perairan dan menjadi nutrisi bagi sayuran dan senyawaa nitrat bersifat stabil dalam air dan mudah larut. Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang dapat dimanfaatkan langsung oleh sayuran. Sayuran pada sistem akuaponik menjadi filter biologi dengan cara memanfaatkan nutrien yang berasal dari sisa pakan dan fese

ikan. Akar pada sayuran menjadi media bagi bakteri nitrifikasi, yang membantu mengurangi kadar ammonia pada air dan menyediakan nitrat yang dibutuhkan sayuran, nitrat menjadi pupuk alami yang diserap oleh akar sayuran kemudian digunakan untuk pertumbuhan.

5.5. Penutup

Pemeliharaan ikan pada akuaponik dengan memperhatikan berbagai aspek seperti pemilihan benih dan padat tebar ikan, pakan yang diberikan dan pemanfaatan limbah ikan untuk nutrisi sayuran serta menjaga kualitas air kolam pemeliharaan agar pertumbuhan ikan dan sayuran dapat optimal serta kelangsungan hidup ikan tinggi.

Bab 6

Tips Penanganan Hasil Panen Yang Optimal

Akuaponik dilahirkan oleh suatu kondisi dimana dewasa ini aktifitas budidaya pertanian dan ikan akan semakin terbatas karena harus berpacu dengan kebutuhan rumah tangga,dan industri (Nugroho & Sutrisno. 2008). Dalam situasi ini, agar aktifitas budidaya tetap berjalan dengan baik dan produktif maka perlu dilakukan pengembangan teknologi budidaya ikan yang dapat dilakukan tanpa membutuhkan tempat yang luas dan penggunaan air yang sedikit. Teknologi yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas tinggi ikan dan sayuran adalah dengan teknik budidaya sistem akuaponik dengan memperhatikan beberapa tips agar produksi panen dari akuaponik dapat diperoleh dengan maksimal.

6.1 Paremeter dalam Peningkatan Produktivitas Akuaponik

Akuaponik merupakan cara berkelanjutan untuk menanam sayuran dan tanaman lain, dengan kombinasi budidaya ikan, dimana limbah pada air kolam ikan terdapat kandungan amonia. Amonia berasal dari kandungan protein yang terkandung pada pakan ikan dan sisa metabolisme ikan baik berupa feses maupun urin. Limbah dari akuakultur ikan ini akan digunakan sebagai larutan nutrisi untuk produksi tanaman hidroponik. Oleh karena itu untuk mendapatkan dan memelihara keseimbangan dalam sistem dan produksi tanaman,

sehingga akan diperoleh produksi yang optimal, maka perlu diperhatikan dan dikontrol parameter kestabilan lingkungan. Hal utama yang perlu diperhatikan sebagai parameter peningkatan produksi adalah suhu udara, suhu air, konsentrasi makro dan mikronutrien, oksigen terlarut di udara dan air, CO2 di udara dan air, pH, dan cahaya. Parameter kunci ini harus ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan ikan yang optimal dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Semakin kecil celahnya, semakin produktif sistem tersebut dan semakin maksimal dalam pemanenan. Beberapa parameter tersebut dapat dijelaskan berikut ini:

a Suhu

Setiap spesies ikan dan jenis tumbuhan memiliki kisaran suhu yang disukai dan berbeda-beda untuk pertumbuhan ikan yang optimal, aktivitas bakteri dan produksi tanaman.Umumnya, ikan tropis tumbuh subur pada suhu 22–32°C sedangkan ikan air dingin lebih menyukai suhu 10–18°C. Oleh karena itu lebih baik untuk tumbuh ikan disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat. Tumbuhan juga memiliki perbedaan persyaratan suhu, mis. 15-19°C untuk salad sedangkan tanaman tropis membutuhkan lebih tinggi suhu dan kelembaban. Sedangkan rentang suhu yang dapat diterima untuk bakteri nitrifikasi adalah 17–34°C. Hal ini secara khusus mendorong pertumbuhan dan produktivitasnya. Kelompok nitrobacter lebih sedikit toleran dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok nitrosomonas, dan karena itu, selama periode yang lebih dingin, nitrit harus dipantau dengan lebih hati-hati untuk menghindari akumulasi berbahaya yang dapat mematikan ikan.

b. Tingkat Keasaman (pH)

Keasaman air (pH) dikenal sebagai variabel utama dalam aquaponik karena mempengaruhi banyak parameter kualitas air, termasuk % NH3 vs % NH4+ yang tersedia serta kelarutan nutrisi

tanaman lain yang mempengaruhi ikan dan tanaman. Sebagai ukuran keasaman, pH disajikan dalam skala logaritmik dari 0-14 dimana pH 0<7 bersifat asam, 7 netral, dan 7<14 bersifat basa. PH sistem air mewakili jumlah ion hidrogen - juga disebut sebagai ukuran aktivitas ion hidrogen (H+) air.

Kisaran yang dapat diterima untuk budidaya ikan biasanya antara pH 6,5 hingga pH 9,0. Ketika air sangat basa (>pH 9), amonium dalam air diubah menjadi amonia beracun, yang dapat membunuh ikan, di sisi lain, air asam (<pH 5) melepaskan logam dari batuan dan sedimen (dan substrat padat di tempat tumbuh). Logam-logam ini memiliki efek buruk pada tingkat metabolisme ikan dan kemampuan untuk menyerap air melalui insangnya, dan juga bisa berakibat fatal. Pedoman pH akuakultur untuk ikan air hangat menunjukkan bahwa: pH<4,0 adalah titik kematian asam; pH 4.0 – 5.0 tidak ada produksi, pH 6.5 – 9.0 merupakan kisaran yang diinginkan untuk produksi ikan, dan pH yang dapat diterima untuk tanaman berada pada kisaran 4,5-6,5 (Lawson, 1995)

c. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen sangat penting untuk kelangsungan hidup ikan di semua sistem perairan. Kelarutan dari oksigen berkurang dengan naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Oksigen dapat diukur sebagai oksigen terlarut (DO) dan air merupakan parameter paling penting untuk menentukan kualitas dalam sistem akuaponik. Untuk mendapatkan pertumbuhan ikan yang baik, tingkatkan DO harus dipertahankan pada saturasi dan setidaknya diatas 5 mg/L. Oksigen terlarut rendah bertanggung jawab atas tingginya kematian ikan dalam akuakultur, baik secara langsung maupun tidak langsung,dari gabungan.Konsumsi oksigen secara langsung terkait dengan ukuran ikan, jumlah makanan, tingkat aktivitas, kebersihan sistem dari limbah dan suhu. Ikan besar mengkonsumsi lebih sedikit oksigen daripada ikan kecil dan mereka memiliki tingkat

metabolisme yang lebih tinggi. Spesies air hangat, mis. Spesies tilapia, kemungkinan sesekali lebih baik beradaptasi padatingkat DO rendah daripada spesies air dingin. Semua spesies dapat mentolerir kondisi yang tidak baik namun untuk waktu yang singkat dan tetap memperhatikan konsidi yang buruk tidak sering terjadi.

d. Sumber Air

Mempertahankan kejernihan air (tingkat kekeruhan yang rendah) adalah parameter penting di dalam sitem akuaponik. Sebagian besar kekeruhan air disebabkan oleh suspensi beban padat yang belum disaring secara memadai, dan padatan ini dapat mempengaruhi ke stabilan ikan, dimana dapat menurunkan laju transfer oksigen potensial dan tingkat pelepasan amonia dan juga mempengaruhi akar tanaman karena memiliki kemampuan untuk menempel pada akar yang dapat menyebabkan inefisiensi serapan hara, tetapi umumnya memberikan peningkatan potensi kolonisasi organisme patogen, yang menyebabkan kesehatan akar yang buruk dan kematian tanaman akhir .

Air yang terdapat didalam kolam ikan dapat bersumber dari air hujan, air tanah, dan juga air PAM yang memiliki tingkat keasaman netral (pH 7). Pada air yang memiliki keasaman yang tinggi dapat ditambahkan bikarbonat dan jika air terlalu basa dapat dilakukan penetralan dengan pemberian air cuka. Warna hijau cerah biasanya menandakan air kolam telah banyak mengandung fitoplankton yang menguntungkan untuk ikan (Farida, 2017).

e. Amonia

Amonia di dalam air diperoleh dari protein yang terdapat pada makanan ikan dan sisa metabolisme ikan, baik dalam bentuk feses maupun urin. Limbah padat yang dibuang keair berupa feses atau pakan yang tidak termakan, diubah menjadi amonium oleh mikroba. Tingkat konversi ini tergantung pada

desain sistem dan tingkat aktivitas mikroba. Dalam media berair, amonia ada dalam dua bentuk: bentuk takterionisasi (NH3) itu beracun bagi ikan dan bentuk terionisasi (NH4+) yang memiliki toksisitas rendah terhadap ikan. Dua ini membentuk total amonia nitrogen (TAN), dimana rasio antara dua bentuk adalah dikendalikan oleh pH, suhu dan salinitas. Amonia terakumulasi dalam pemeliharaan air sebagai produk metabolisme protein ikan dan dapat mencapai konsentrasi toksik jika tidak ditangani. Dari 35 jenis yang berbedaikan air tawar yang telah diteliti, rata-rata nilai toksisitas akut amoniak adalah 2,79 mg NH3/l (Randall dan Tsui 2002).

Oleh sebab itu, kandungan amonia NH3 harus diturunkan agar tidak mematikan ikan dan tanaman. Ada beberapa teknik yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan amonia (NH3) di air, salah satunya dengan menghentikan sementara pemberian makanan, menambahkan air baru ke dalam kolam, mengurangi padat tebar ikan, dan menambahkan aerasi di dalam kolam. Dalam sistem akuaponik yang sehat, level maksimum amonia yang aman adalah 0,5 ppm.

Tabel.6.1 Paramater pada Sistem Akuaponik

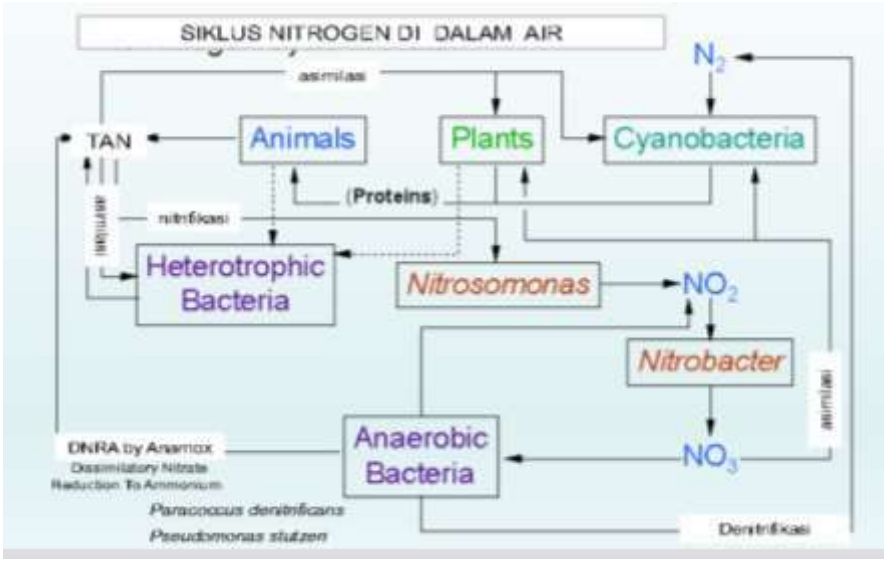
Parameter	**Ideal**	**Kisaran Aman**
Amonia (NH3)	0 ppm	Kurang dari 0,5 ppm
Nitrit (NO2)	0 ppm	Kurang dari 0,5 ppm
Nitrat (N0)3	50 ppm	10-150 ppm
Oksigen terlarut (DO)	lebih dari 5 mg/L	Lebih dari 2 mg/L
Suhu	21-28 oC	Tergantung pada jenis ikan

pH	6,5-8	6,5-8

Sumber: (Thorarinsdottir, 2015)

f. Siklus Nitrogen pada Akuaponik

Siklus nitrogen pada sistem akuaponik dapat dilihat pada Gambar 7.1 berikut ini:



Gambar 6.1. Siklus Nitrogen (Colt J, 1991)

Ikan berfungsi sebagai alat yang dapat memproduksi limbah padat yang berupa feses dan limbah cair dalam bentuk urin yang diubah menjadi amonia dengan bantuan bakteri. Jumlah amonia harus dikontrol dengan proses penguraian dengan cara nitrifikasi oleh bakteri. Hal ini dilakukan agar tidak mematikan ikan dalam jumlah tertentu. Jumlah nitrogen dari NH3 atau NH4+ disebut total amonium nitrogen (TAN).dianjurkan untuk dikontrol serendah mungkin dan di bawah 3 mg/L.

Amonia (NH3),yang merupakan bentuk TAN yang tidak terionisasi terutama terjadi pada pH tinggi,dan beracun bagi nila pada kisaran 1 mg/L. Nitrit beracun bagi ikan nila pada 5 mg/L

dan juga harus dijaga serendah mungkin. Sedangkan amonia dan nitrit (NO2-) kira-kira 100 kali lebih beracun bagi ikan daripada nitrat (NO3-), yang terakhir juga bisa berbahaya bagi ikan pada konsentrasi tertentu.Hal ini sangat tergantung pada spesies ikan yang digunakan dan durasi paparannya konsentrasi masing-masing.vDalam proses penguraian, nutrisi lainnya juga mengalami perubahan unsur-unsur. Perubahan amonia menjadi nitrat disebut sebagai siklus nitrogen. Tanaman mampu tumbuh karena unsur nitrogen yang dihasilkan oleh bakteri pengurai. Nutrisi ini diserap melalui akar-akar tanaman. Akar tanaman juga dapat membantu menyaring air bagi ikan atau sebagai biofilter sehingga air yang masuk kembali ke dalam kolam menjadi jernih (Nofiandi, 2016)

6.2 Teknik Budidaya Akuaponik

Akuaponik seyogyanya bisa diterapkan dalam skala kecil untuk rumahan atau bahkan untuk skala komersial. Budidaya ikan merupakan usaha utama, hasil sayuran merupakan usaha sampingan atau tambahan. Melalui sistem akuaponik, tanaman tidak perlu disiram atau diberi pupuk setiap hari secara manual. Air di dalam kolam akan didorong ke atas menggunakan bantuan pompa hingga dapat menyirami tanaman. Keuntungan akuaponik untuk kolam dan ikan adalah kebersihan air kolam tetap terjaga, air tidak mengandung zat-zat yang berbahaya bagi ikan karena dalam sistem akuaponik terdapat proses filtrasi. Melalui sistem resirkulasi, air di dalam kolam dimanfaatkan oleh sayuran kemudian sisa atau pembuangan air dari sayuran akan masuk kembali ke dalam kolam. Namun, seperti proses budidaya pada umumnya, teknik budidaya sayuran dan ikan akuaponik untuk dapat memanen hasil yang optimal juga harus memperhatikan beberapa hal berikut:

6.2.1 Pilih Jenis Ikan

Hampir semua jenis ikan air tawar dapat dibudidayakan dengan sistem akuaponik. Pemilihan ikan dapat berdasarkan sisi

ekonomi, kebutuhan dan keinginan. Namun ada beberapa tips yang perlu diperhatikan dalam pemelihan jenis ikan.

1. Suhu Air

Beberapa jenis ikan tumbuh dengan baik di air dingin, namun beberapa jenis lainnya membutuhkan suhu air yang hangat. Dipastikan memilih ikan dengan ketersediaan suhu air yang sesuai di area tempat tinggal. Suhu yang stabil bisa membuat ikan lebih sehat dan lebih produktif karena itu mengetahui kebutuhan suhu ikan yang ingin dipelihara akan membantu memilih jenis ikan yang tepat.

Sebagai contoh sistem akuaponik yang telah berjalan dengan baik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus)*, hal dikarenakan ikan nila toleran dengan air hangat. Sehingga ikan ini populer di sistem akuaponik. Selain itu ikan nila tumbuh cepat,dimana dalam waktu 8-9 bulan berat ikan nila sudah mencapai 1 kg. Namun kualitas airnya dan pakan akan mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (Martins et al., 2009). Suhu optimal adalah 27-28°C dan pakan harus mengandung sekitar 30% protein.Ikan nila mudah berkembang biak, tumbuh cepat, toleran pada berbagai kondisi lingkungan dan memiliki daging putih yang bagus dengan kualitas yang baik. Harga pasar relatif tinggi untuk kualitas produk yang baik.

2. Ukuran kolam

Ukuran kolam ikan sangat mempengaruhi jenis ikan dan banyak ikan yang akan dipelihara. Sebaiknya pelajari jenis ikan dan kemungkinan ukuran maksimalnya saat dewasa. Dengan begini akan mudah menentukan apakah kolam akuaponik dapat menampung ikan dengan baik. Contohnya saja lele yang dapat tumbuh 18 hingga 23 kg dan membutuhkan air 1.000 liter. Beberapa jenis ikan juga membutuhkan ruang yang cukup luas untuk berkembang biak.

3. Jenis makanan ikan

Dalam pemilihan jenis ikan untuk akuaponik, jenis makanan adalah hal yang perlu dipertimbangkan. Hal ini untuk memastikan ikan mendapatkan keseimbangan nutrisi yang memang mereka butuhkan. Berdasarkan pola makannya ikan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu herbivora, omnivora dan karnivora. Jenis ikan omnivora mungkin lebih mudah untuk dipelihara. Pilihan makanannya juga beragam dari daging, sayuran, buah dan juga remahan makanan.

6.2.2 Pilih Jenis Tanaman

Tanaman dalam sistem akuaponik dipilih berdasarkan jenis sayuran yang bisa diaplikasikan pada sistem akuaponik dapat berdasarkan kesukaan, kebutuhan, nilai ekonomi, dan nilai gizinya perlu memiliki kondisi lingkungan yang baik untuk dapat mempertahankan pertumbuhan yang sehat. Mereka membutuhkan kondisi optimal sebanding dengan ketersediaan cahaya,oksigen, karbon dioksida, pH, suhu dan nutrisi, yang akhirnya dapat memberikan pertumbuhan yang sehat dan aman terhadap gangguan hama dan penyakit. Beberapa tanaman telah diproduksi melalui sistem aquaponik dan banyak di antaranya telah menghasilkan produksi panen yang optimal seperti selada dan sawi.

Di Indonesia, selada banyak dikonsumsi sebagai tanaman sayuran seperti dibuat sebagai lalapan, salad, dan sayuran hijau yang bermanfaat bagi kesehatan. Selada termasuk pada jenis sayuran yang banyak mengandung air yang tinggi akan kandungan protein, karbohidrat, dan serat. Jumlah kandungan gizi sayuran ini adalah energi : 15 kkal,Lemak : 0,2 gr, Karbohidrat : 2,9 gr, Protein : 1,2 gr, Fosfor : 25 mg, Zat Besi : 1 mg, Kalsium 22 mg, Vitamin A : 540 UI, Vitamin B1 ; 0,04 mg dan Vitamin C : 8 mg. Selada juga merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki prospek pemasaran yang tinggi karena

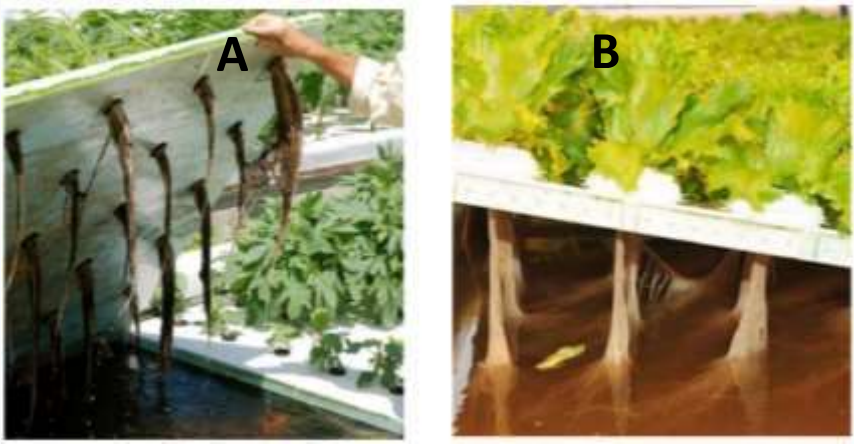
produksi di pasar belum memenuhi kebutuhan masyarakat (Dewanti, 2019).

Selain selada, sawi (pakchoi) juga sangat cocok dibudidayakan dengan teknik akuaponik. Sayuran pakcoy (Brassica Rapa L), merupakan jenis sayuran yang memiliki nilai gizi dan nilai ekonomis tinggi. Selain itu, sifatnya yang dapat tumbuh didataran tinggi maupun dataran rendah serta tidak bergantung terhadap musim menjadikan pakcoy sebagai tanaman yang cocok dibudidayakan menggunakan sistem akuaponik. Tanaman sawi merupakan jenis tanaman yang dapat dipanen cepat serta memiliki zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Kandungan betakaroten yang terdapat pada sawi dapat mengatasi penyakit katarak. Selain itu, sawi juga mengandung banyak gizi antara lain lemak nabati, protein, nabati, karbohidrat, Ca, Mg, Fe, serat, sodium, vitamin A, dan vitamin C. Menurut , komposisi zat-zat makanan yang terkandung dalam 100 g berat basah 5 sawi adalah sebagai berikut: ; 0,3 g lemak;2,3 g protein 4,0 g karbohidrat; 38 mg P; 220 mg Ca; 2,9 mg Fe; 1,940 mg vitamin A; 0,09 mg vitamin B; dan 102 mg vitamin C. (Habiburrahman, 2018).

6.2.3 Kualitas dan Produksi Tanaman Pangan

Selama ini tanaman yang tumbuh dalam sistem akuaponik cenderung tidak terkena penyakit. Penyakit tanaman yang disebut sebagai "pythium" atau "busuk akar" (Gambar 1), yang mana kondisi ini diperkirakan akan membunuh 30% tanaman yang tumbuh secara hidroponik, namun hampir tidak dikenal dalam aquaponik. Hal ini menunjukkan fakta bahwa meskipun sistem hidroponik adalah sistem yang sebagian besar steril, tetapi sistem akuaponik disebut sebagai sistem yang menguntungkan karena bakteri dan mikroba yang ada membantu tanaman untuk memerangi penyakit (Bernstein, 2011). Namun demikian, pengelolaan penyakit secara terpadu harus selalu dilakukan memperhitungkan kerentanan

lingkungan tanaman dan patogen dan memodulasi parameter fisika/kimia ke kondisi yang lebih enguntungkan tanaman. Kontrol suhu air, ventilasi, titik embun, pH, nutrisi optimal keseimbangan adalah semua parameter abiotik yang membantu mencegah atau mengendalikan penyakit. Dalam kasus phytium, penyakit busuk akar, patogen menyebar dengan baik suhu di atas 27-28°C, sehingga kontrol air, bersama dengan inokulum organisme bermanfaat adalah suatu keharusan, jika peralihan ke tanaman alternatif tidak dipertimbangkan.



Gambar 5.2. A. Akar Busuk ; B. Akar Sehat (Bernstein, 2011)

6.2.4 Faktor Masyarakat

Akuaponik menjadi sangat populer di antara berbagai inisiatif pertanian perkotaan di seluruh dunia. *Urban Farming* atau pertanian kota merupakan salah satu kunci pemberdayaan untuk sistem pangan masyarakat yang berkelanjutan. Apabila dirancang secara tepat akan dapat mengurangi permasalahan kesulitan pangan. Dengan kata lain, apabila pertanian perkotaan dikembangkan secara terpadu merupakan solusi untuk mewujudkan pembangunan kota berkelanjutan (Fauzi, dkk.,2016). Maka dari itu penerapan teknologi akuaponik sebagai pemberdayaan di masyarakat kota merupakan cara alternatif

untuk memberdayakan masyarakat kota dari pemenuhan pangan dilahan perkotaan yang sempit.

Teknologi ini juga dinilai sangat tepat guna untuk diterapkan oleh masyarakat, baik dalam scala yang kecil dengan memanfaatkan lahan perkarangan rumah yang terkadang dianggap tidak produktif. Selain itu, teknologi sistem akuaponik menerapkan budidaya ikan secara berkelanjutan dengan prinsip efisiensi pemakaian air sehingga tercapai biaya usaha tani lebih rendah serta dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Syamsunarno dan Sunarno, 2014). Tujuan penggunaan teknologi akuaponik melalui pemberdayaan masyarakat adalah memberikan solusi dalam optimalisasi pemanfaatan lahan perkarangan untuk pengembangan teknologi akuaponik.

6.2.4 Analisis Resiko

Analisis risiko menunjukkan masalah utama dalam sistem produksi akuaponik terpadu dan bagaimana resiko ini dapat diminimalkan.

Adapun selama pemeliharaan akuaponik resirkulasi air tetap harus diperhatikan karena ini merupakan kunci kesuksesan dari budidaya ikan dengan sistem akuaponik. Penyumbatan mungkin terjadi setelah sistem berjalan 1 bulan yang biasanya diakibatkan oleh penumpukan sampah kotoran/makanan yang berupa partikel pada lubang masuk (*inlet*) atau keluar (*outlet*), akan tetapi hal ini dapat dengan mudah mengatasinya menggunakan batang lidi atau kawat untuk membersihkan kotoran.

Hal ini menunjukkan bahwa pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan sangat penting untuk mempertahankan sistem yang sehat dan stabil. Faktor analisis risiko mencakup pencegahan pencemaran yang menyebabkan penyakit ikan dan tanaman, menjaga keamanan kontrol sistem untuk lingkungan yang seimbang, menjamin kualitas produk yang baik dan memahami kebutuhan pasar.

6.3 Cara Pemanenan

6.3.1 Panen ikan

Proses pemanenan budidaya aquaponik dihitung berdasarkan siklus waktu panen, misalnya satu siklus budidaya ikan lele dengan sistem akuaponik dapat berlangsung sekitar 3 bulan, Setelah waktu pemeliharaan efektif selama 2,5 bulan benih lele yang ditebar dengan ukuran 5-7 cm sudah mencapai bobot rata-rata 86,0 g/ekor di mana ukuran ikan tersebut telah memenuhi standar kebutuhan konsumsi. Secara teknis, umumnya budidaya ikan lele dengan sistem ini sama saja dengan budidaya ikan lele tanpa sistem hidroponik. Tentunya panen ikan akan membutuhkan waktu yang lebih lama daripada panen sayuran. Panen ikan baru dapat dilakukan setelah melakukan panen sayuran beberapa kali. Ikan yang dapat dipanen dapat terlihat dari bobot yang optimal dan memiliki kondisi fisik yang sehat. Cara memanen yang dilakukan untuk seluruh ikan yang ada di dalam kolam dapat dilakukan dengan cara pengosongan air pada bak. Namun, jika hanya sebagian tidak perlu dilakukan pengosongan air. Panen harus dilakukan hati-hati, agar ikan yang dipanen akan tetap hidup. Berikut Tabel 5.2. Data panen ikan lele dan tanaman sayuran pada budidaya dengan sistem akuaponik

Tabel. 6.2 Data panen ikan lele dan tanaman sayuran pada budidaya dengan sistem akuaponik

Komoditas	Frekuensi panen (Kali)	Produksi (kg)
Ikan Lele	1	532,4
Kangkung darat	4	69,14
Selada	1	6,5

Tomat	4	14
Terong	3	12,4

Sumber : Supendi dan Maulana 2015

6.3.2 Panen Sayuran

Setiap jenis sayuran mempunyai waktu pemanenan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan jenis sayuran yang akan ditanam. Jika sayuran dipanen saat sudah berumur tua, sayuran sudah tidak enak untuk dikonsumsi karena sayuran akan menjadi keras. Namun, jika tanaman dipanen saat masih muda, ukuran sayuran akan lebih kecil karena pertumbuhannya belum maksimal.

Untuk memulai cara panen akuaponik dapat lakukan dengan cara mencabut sayuran dari *netpot*, lalu letakkan *netpot* pada bak. Selanjutnya, letakkan sayuran pada keranjang dengan posisi vertikal. Pastikan sayuran tidak ditumpuk/ditindih secara padat agar kondisi fisik sayuran tidak ada yang patah/rusak akibat tertekan. Setelah sayuran dikumpulkan, sayuran dibersihkan dan disortir untuk dipisahkan dari sayuran yang rusak dan beberapa kotoran yang ikut serta menempel pada sayuran. Jika sayuran akan dijual dan dibawa ke pasar, *rockwool* dan akar sebaiknya tidak dicabut. Hal itu bertujuan sebagai identitas bahwa tanaman ditanam secara hidroponik.

6.4 Penutup

Penerapan teknologi akuaponik melalui pemberdayaan masyarakat memberikan pengaruh yang positif terhadap pertanian terutama wilayah perkotaan dengan ketersediaan lahan sempit. Dengan kata lain, apabila teknik akuaponik dikembangkan secara terpadu merupakan solusi untuk mewujudkan pembangunan kota berkelanjutan dan dapat meningkatkan produksi pangan dengan baik. Trik dan tips

peningkatan produksi dengan teknik akuaponik perlu diperhatikan untuk dapat meminimalkan gagal panen dan produksi yang tidak maksimal.

Bab 7

Analisis Usaha Dan Potensi Pasar Akuaponik

7.1 Pengantar

Produksi adalah suatu kegiatan dapat diukur sebagai salah satu output per unit dari suatu periode atau waktu. terdapat hubungan di dalam produksi yang sangat erat antara faktor produksi yang digunakan dengan produksi yang dihasilkan. Beberapa yang dapat menjadi pertimbangan dalam suatu alternatif usaha, ialah aspek teknik dan aspek ekonomi. Gasperz (1998).

Proses produksi menggunakan metode akuaponik akan memberikan banyak keuntungan seperti menghemat biaya, waktu, lahan, dan juga tenaga kerja karena keduanya dapat dilakukan secara bersamaan. *Aquaponic* merupakan suatu sistem multi-trofik bio-terintegrasi yang menghubungkan metode resirkulasi akuakultur (budidaya ikan) dengan metode hidroponik (budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah) yang menghasilkan simbiosis antara ikan, mikroorganisme dengan tanaman. Dalam interaksi sinergis ini, masing-masing kelemahan ekologis akuakultur dan hidroponik dikonversi menjadi kekuatan

Selain itu keuntungan lainnya adalah penghematan pupuk. Pupuk yang seharusnya diberikan kepada tanaman dapat diperoleh melalui sisa kotoran ikan peliharaan. Pada

prinsipnya akuaponik mengandalkan sistem resirkulasi. Hal ini akan menambah keuntungan untuk para petani atau pembudidaya.

7.2 Analisis Usaha Akuaponik

A. Biaya Produksi

1) Biaya tetap *(Fix Cost)*

Biaya tetap atau *fix cost* merupakan pengeluaran suatu bisnis atau usaha yang tidak tergantung dengan perubahan total barang maupun jasa yang dihasilkan. Biaya tetap dalam usaha akuaponik meliputi penyusutan alat dan biaya tenaga kerja.

2) Biaya variabel *(Variable Cost)*

Biaya variabel atau *variable cost* merupakan pengeluaran suatu bisnis atau usaha yang tergantung pada perubahan total jumlah pruduk ataupun jasa yang dihasilkan dari perusahaan. Contoh biaya variabel dalam usaha akuaponik meliputi ikan dan benih tanaman.

B. Biaya, penerimaan dan keuntungan

1) Total Biaya *(total cost)*

Biaya total merupakan biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan produksi dengan jumlah output yang ditentukan. Biaya total juga dapat diartikan dengan keseluruhan biaya yang dikeluarkan, baik eksplisit atapun implisit pada sumber daya yang diproses untuk mendapatkan suatu tingkat output tertentu. Menurut Soekartawi (1995), dalam menghitung total biaya dapat menggunakan rumus :

$$TC = FC + VC$$

Keterangan

TC : Total biaya (Rp)

FC: Biaya tetap (Rp)

CV : Biaya variabel (Rp)

2) Penerimaan / Total Revenue (TR)

Penerimaan usahatani merupakan total penerimaan yang diterima oleh produsen maupun petani dari suatu kegiatan produksi yang sudah dilakukan. Penerimaan hasil tersebut merupakan penerimaaI yang belum dikurangi oleh biaya-biaya yang dikeluarkan selama produksi (Husni, et al., 2014). Untuk menghitung besarnya penerimaan usahatani menggunakan dengan rumus:

$$TR = Y \, . \, Py$$

Keterangan :

TR: Total penerimaan.

Y : Jumlah produksi.

VC : Harga jual produk.

3) Keuntungan

Keuntungan merupakan hasil yang diperoleh dari total penerimaan dikurang total biaya yang dikeluarkan pada waktu proses produksi hingga panen. Untuk mengetahui keuntungan usaha akuaponik, terdapat faktor-faktor yang saling berkaitan antara teknik budidaya, faktor produksi, biaya, pendapatan dan efisiensi usahatani. Menurut Soekartawi (1995), untuk menghitung keuntungan dapat menggunakan dengan rumus

$$\pi = TR - CC$$

Keterangan

π : Keuntungan (Rp)

TR : Total pendapatan (Rp)

TC : Total biaya (Rp)

C. Analisis Usaha Akuaponik

Suatu usaha skala kecil, menengah, maupun besar memiliki tujuan yaitu memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya. Sehingga diperlukan suatu analisis studi kelayakan usaha. Studi kelayakan usaha merupakan suatu studi yang mempelajari usaha ataupun bisnis yang sedang berjalan dalam rangka menilai layak atau tidaknya suatu usaha atau bisnis tersebut dijalankan (Kasmir dan Jakfar, 2016).

Analisis yang dapat digunakan untuk mengukur suatu kelayakan usaha antara lain

1) Payback Periode

   Payback Periode merupakan suatu metode dalam menghitung seberapa lama waktu atau periode yang diperlukan dalam pengembalian modal yang sudah diinvestasikan dari kas bersih yang dihasilkan oleh usaha tersebut (Suliyanto, 2010)

2) Net Present Value

   Net present value adalah nilai sekaran (present value) dari selisih antara manfaat (benefit) dengan biaya (cost) pada keadaan discount rate tertentu. Net presenst value dapat dirumuskan sebagai berikut (Soetriono, 2006)

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \left(\frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} \right)$$

Keterangan:

Bt : Benefit pada tahun ke-t (Rp)

Ct : Biaya pada tahun ke-t (Rp)

n : Lamanya periode waktu (tahun)

i : Tingkat suku bunga berlaku (%)

3) Break Event Point

Payback periode merupakan sebuah teknik penilaian jangka waktu pengembalian dana pada investasi dari proyek atau bisnis. Payback Periode dapat dirumuskan sebagai berikut (Sinaga dan Herlina, 2013)

$$Payback\ Periods = \frac{I}{A_b}$$

Keterangan:

I : Total investasi dalam proyek

A_b : Benefit bersih yang diperoleh setiap tahunnya

4) B/C Ratio

Perhitungan untuk menentukan Net B/C rasio adalah sebagai berikut (Pasaribu, 2012) :

$$Net\ B/C\ = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t + C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t + K_t}{(1+i)^t}}$$

Keterangan

Bt : Manfaat (benefit) pada tahun ke-t (rupiah)

Ct : Biaya (cost) pada tahun ke-t (rupiah)

n : Lamanya periode waktu (tahun)

i : Tingkat suku bunga yang berlaku (%)

t : Umur proyek

Kriterira Net B/C rasio adalah

a) Jika Net B/C > 1 maka usaha akuaponik layak dijalankan
b) Jika Net B/C < 1 maka usaha akuaponik tidak layak dijalankan
c) Jika Net B/C = 1 maka usaha akuaponik dalam keadaan BEP (Break Event Point)

7.3 Potensi Pasar Akuaponik

Dengan banyaknya kelebihan dan manfaat dari teknologi akuaponik, usaha budidaya akuaponik mempunyai potensi peluang keuntungan yang besar. Kebutuhan pangan yang meningkat dengan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang kian meningkat, yang berbanding terbalik dengan jumlah lahan pertanian yang ada di Indonesia yang kian lama kian berkurang. Lahan yang semakin sempit akibat dari peluasan area pemukiman menjadikan permasalahan baru pada usaha dibidang pertanian. Pemanfaatan pekarangan rumah kemudian sangat erat berkaitan dengan usaha pencapaian ketahanan pangan masyarakat. Usaha dimulai dari skala yang paling kecil, yaitu skala rumah tangga. Usaha yang dapat digunakan untuk pemanfaatan pekarangan yaitu teknologi budidaya tanaman dengan menggunakan metode hidroponik dan metode aquaponik.

Model pertanian ditengah kota atau urban farming sangat cocok sebagai penghasilan tambahan bagi para pelaku usahanya. Sistem Akuaponik dapat digunakan sebagai salah alternatif dalam menghasilkan produk-produk pertanian di areal perkotaan maupun lahan sempit serta dapat meningkatkan efisiensi usaha dengan memanfaatkan nutrisi dari sisa pakan dan metabolisme ikan sebagai tambahan nutrisi untuk tanaman

seperti kangkung. Akuaponik juga dinilai satu upaya sistem budidaya yang dinilai ramah lingkungan (Zidni I, 2013).

Perubahan faktor ekonomi dan kependudukan dapat mempengaruhi tingkat pendapatan dan pola konsumsi yang ada dimasyarakat. Secara umum terdapat faktor -faktor yang dapat mempengaruhi potensi keuntungan pada usaha budidaya akuaponik diantaranya adalah kenaikan jumlah penduduk, meningkatnya mengenai kesadaran akan gizi yang terkandung, meningkatnya pendapatan atau taraf hidup masyarakat, dan peluang akan ekspor di masa mendatang. Kemajuan teknologi dan pengetahuan di bidang pertanian yang semakin maju dan terbuka membuat para produsen dapat memproduksi sayuran yang berkualitas tinggi melalui penerapan teknologi yang tepat guna, seperti penggunaan varietas yang unggul, metode pemupukan yang berimbang, pemberantasan hama dan penyakit secara bijaksana, serta pasca panen dengan cara profesional.

Kondisi pasar sayuran konvensional dan sayuran hidroponik kini sangat bersaing ketat. Pada sayuran konvensional yang menawarkan harga yang relatif lebih murah namun dibalik itu semua terdapat zat-zat yang kurang sehat apabila dikonsumsi secara terus menerus. Pada sayur hidroponik atau akuaponik harga jual produk dapat ditentukan sendiri dan tidak tergantung oleh pasar konvensional. Potensi akan keuntungan yang tinggi tergantung dengan pemilihan segmen pasar yang spesifik.

Peluang keuntungan yang besar terletak pada pasar sayuran organik di kelas menengah keatas. Persaingan yang terjadi ialah persaingan antar produk yang dihasilkan produsen. Produsen dituntut harus mampu menghasilkan produk yang berkualitas yang tinggi, seragam, tidak kotor, menarik, dapat menyuplai kebutuhan permintaan atau persyaratan lainnya. Masih sedikitnya produsen sayuran organik dibandingkan

dengan sayuran konvensional membuat masih terbukanya peluang para produsen baru untuk dapat bersaing dengan kompetitor lainnya.

Bab 8

Peran Teknologi Informasi Dalam Pemasaran Komoditi Pertanian

8.1 Pengantar

Suatu usaha dilakukan dengan tujuan utama yaitu memperoleh keuntungan. Keuntungan dapat diperoleh jika dilakukan perencanaan, strategi dan pengawasan dari tahap produksi hingga pemasaran. Pemasaran dalam suatu bisnis merupakan proses yang penting sebagai penghubung antara produsen dengan pengguna. Tahap ini membutuhkan perencanaan, strategi dan pengawasan yang baik agar keuntungan produksi dapat diperoleh secara maksimal dan resiko usaha dapat diminalisir.

Produk pertanian yang memiliki karakteristik berbeda dengan produk pada umumnya membutuhkan strategi tersendiri dalam pemasarannya. Di Era 4.0 dan 5.0, penggunaan *Internet of Thing* (IoT) telah mengubah fenomena kehidupan manusia dalam berinteraksi, termasuk dalam bertransaksi. Teknologi informasi dengan memanfaatkan internet telah merubah kebiasan dan perilaku manusia baik pelaku usaha maupun konsumen. Bab ini akan menyampaikan beberapa hal diantaranya tentang bagaimana pemasaran produk pertanian dan permasalahan yang dihadapinya, era baru dalam pemasaran di bidang pertanian dengan teknologi informasi dan jenis-jenis

teknologi informasi yang dapat digunakan dalam pemasaran produk pertanian.

8.2 Pemasaran Komoditi Pertanian dan Permasalahannya

Pemasaran merupakan aspek krusial dalam bisnis komoditi pertanian yang tidak kalah penting dengan kegiatan yang lain yaitu produksi maupun pasca panen. (Asri 2022) menyebutkan bahwa pemasaran merupakan upaya untuk memperkenalkan produk kepada konsumen atau masyarakat untuk membangun merek atau reputasi yang meliputi kegiatan promosi, distribusi, penjualan serta strategi pengembangan produk.

(Lukitaningsih 2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemasaran mengalami perubahan paradigma baik dari segi konsep maupun implementasinya. Dari segi konsep, pemasaran mengalami perubahan yang awalnya berorintasi pada perusahaan/produsen menjadi berorientasi pada pelanggan/konsumen, sehingga hasil akhir yang diperoleh bukan hanya profit dari perusahaan namun juga kepuasan dari pelanggan. Pengertian pemasaran juga berkembang dimana yang semula memfokuskan pada distribusi fisik perusahaan bisnis, berkembang sampai pada kegiatan transaksi yang melibatkan kelembagaan diluar bisnis.

Proses dalam kegiatan pemasaran menghubungkan antara produsen sebagai penghasil produk pertanian dengan konsumen baik konsumen perantara maupun konsumen akhir, dengan melibatkan berbagai saluran pemasaran, kelembagaan dan pemerintah sebagai mediator dan fasilitator. Namun demikian dalam prakteknya pemasaran komoditi pertanian memiliki kendala/masalah yang spesifik. Permasalahan pemasaran produk pertanian menutur (Syahza 2008) diantaranya:

a. Kesinambungan produksi.

   Kesinambungan produksi berkaitan dengan masalah yang dihadapi dalam pemasaran disebabkan oleh karakteristik produk pertanian diantaranya :

   1.) Volume produksi yang kecil yang disebabkan oleh skala usaha yang kecil

   2.) Produksi bersifat musiman sehingga hanya tersedia pada waktu-waktu tertentu saja

   3.) Lokasi usaha yang tidak berada dalam satu lokasi sehingga menyulitkan dalam pengumpulan hasil produksi

   4.) Karakter produk pertanian yang mudah rusak (*perishability*) yang menyebabkan ketertarikan untuk menjual produk pertanian menjadi rendah.

b. Pasar yang kurang memadai

   Hal ini berkaitan dengan cara penetapan harga dan pembayaran. Jenis-jenis penetapan harga yaitu borongan, tawar-menawar dan sesuai harga yang berlaku. Penetapan harrga dengan borongan biasanya disebabkan lemahnya keuangan petani sebagai produsen yang menyebabkan petani terikat secara finansial terhadap pedagang pengepul/tengkulak yang telah memberikan uang muka kepada petani sebelum masa panen. Penetapan harga dengan tawar-menawar memiliki sifat kekeluargaan sehingga tercapai keepakatan antara penjual dan pembeli. Penentapan harga sesuai yang berlaku tergantung pada penawaran dan permintaan yang mengikuti mekanisme pasar.

c. Panjangnya saluran pemasaran

   Saluran pemasaran berkaitan erat dengan besarnya biaya yang dikeluarkan (margin pemasaran) dan pengeluaran untuk pedagang sebagai perantara. Semakin panjang saluran

pemasaran, semakin tinggi juga biaya yang dikeluarkan, sehingga memperkecil biaya yang diterima petani dan memperbesar biaya yang dibayarkan oleh konsumen.

d. Rendahnya kemampuan tawar menawar

Rendahnya kemampuan tawar-menawar petani menyebabkan produk petani dihargai rendah. Hal ini disebabkan karena adanya keterbatasan modal yang dimiliki petani sehingga memaksa mereka untuk bergantung pada tengkulak. Ketergantungan finansial tersebut selain rendahnya modal yang dilimiki oleh petani juga disebabkan oleh fasilitas modal dari pemerintah yang belum dimanfaatkan secara optimal.

e. Harga yang fluktuatif

Komoditas pertanian memiliki harga yang sangat fluktiatif tergantung pada permintaan dan penawaran yang dapat terjadi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Komoditas tertentu yang memiliki karakteristik mudah rusak seperti sayur, buah dan ikan perubahan permintaan pasar memiliki pengaruh yang sangat signifikan pada harga yang berlaku.

f. Informasi pasar yang terbatas

Informasi pasar sangat dibutuhkan bagi produsen, konsumen maupun pedagang perantara. Hal ini berkaitan dengan produk apa yang dihasilkan, di mana, oleh siapa dan kepada siapa produk tersebut dihasilkan. Kendala informasi pasar ini disebabkan letak usaha tani yang jauh dari sumber informasi dan juga rendahnya tingkat pendidikan sehingga berakibat pada rendahnya pengetahuan, wawasan dan kemampuan mencerna informasi.

g. Jaringan pemasaran yang kurang jelas

Pada kondisi tertentu produsen maupun pedangan dari daerah memiliki akses yang sempit untuk mengetahui jaringan pemasaran yang ada di daerah lain dan pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. Hal ini berkaitan juga dengan aturan-aturan yang berlaku pada sistem pemasaran yang ada. Pada umumnya terjadi kesepakatan yang kuat antar pihak-pihak yang terlibat dalam jaringan pemasaran tersebut.

h. Kualitas produksi yang rendah

Penanganan intensif terhadap produk yang dihasilkan seperti standarisasi dan *grading* terhadap produk yang dihasilkan belum banyak dilakukan. Hal ini diperparah dengan karakteristik hasil komoditas pertanian yang mudah rusak menyebabkan sulitnya menjaga kualitas produk.

i. Kualitas sumberdaya manusia yang masih rendah

Rendahnya kualitas sumberdaya manusia yang mendukung sistem pertanian terjadi baik di hulu maupun di hilir. Para produsen maupun pedagang perantara memiliki kemmapuan pemasaran yang masih kurang. Hal ini ditandai salah satunya adalah rendahnya kemampuan negosiasi para pelaku usaha pertanian tersebut dengan mitra usaha yang bertaraf modern.

Kegiatan pemasaran membutuhkan manajemen yang baik serta strategi agar dapat berjalan dengan lancar. Strategi pemasaran merupakan serangkaian upaya yang dilakukan olehe pelaku usaha sebagai upaya untuk mencapai tujuan tertentu dalam memasarkan produk/jasa yang menggonakan pola atau perencanaan yang baik (Indana & Beni 2021) Strategi tersebut meliputi 4P (*product, price, promotion and place*).

8.3 Era Baru Pemasaran Hasil Pertanian dengan Teknologi Informasi

Kemajuan teknologi dalam sejarah telah terbukti membuka peradaban manusia. Teknologi telah mampu memudahkan manusia dalam melakukan kegiatan dalam berbagai bidang. Inovasi yang terus berkembang menciptakan iklim yang lebih dinamis, lebih praktis dan ekonomis dalam kehidupan masyarakat. Teknologi tersebut berkembang dengan cepat salah satunya di bidang Informasi.

Perkembangan teknologi yang mengiringi perkembangan kehidupan manusia. (Asri 2022) menyebutkan bahwa tahapan perkembangan teknologi bermula dari masyarakat 1.0 yang memiliki karakteristik berburu dan berkumpul dalam hidup berdampingan secara harmonis dengan alam. Pada era selanjutnya yaitu masyarakat 2.0 mulai membentuk kelompok berbasis buddaya pertanian, perbaikan organisasi dan pembangunan bangsa. Tahapan berikutnya yaitu masyarakat 3.0 yang memiliki karakter adanya dorongan industrialisasi melalui revolusi industri, sehingga produksi massal lebih mudah dilakukan. Kemunculan konsep Industri 4.0 pada tahapan selanjutnya masyarakat mulai fokus pada peningkatan nilai tambah dengan mengkaitkan set tidak berwujud sebagai jaringan informasi. Pada tahap ini teknologi memasuki era digitalisasi. Hingga pada tahun 2019 muncul konsep masyarakat 5.0 dimana pada tahap ini yang menjadi perhatian adalah adanya keseimbahan peran manusia dengan keberadaan digital yang telah diciptakan.

Seiring berkembangnya jaringan informasi, kegiatan pemasaran juga mengalami banyak perubahan paradigma dari transaksi konvensional (secara *offline*) menjadi secara digital (*online*). (Widayati 2018) menyebutkan pemasaran secara offline merupakan transaksi secara langsung antara produsen dan konsumen. Pemasaran offline merupakan pemasaran

konvensional dimana pemasaran dilakukan secara manual dan terbatas. Pemasaran ini dilakukan saat teknologi informasi berupa internet belum ditemukan. Pemasaran online merupakan pemasaran dengan memanfaatkan teknologi informasi berbasis internet dimana penjual dan pembeli dapat berhubungan secara interaktif dalam aktifitas pemasaran.

Pemasaran *offline* memiliki karakteristik memungkinkan adanya interaksi langsung antara penjual dan pembeli, melakukan tawar menawar harga dan dapat dilakukan oleh semua kalangan baik yang melek internet maupun yang tidak. Namun demikian sistem pemasaran ini memiliki beberapa kelemahan dimana metode ini kurang efektif dan efisien baik dari segi waktu, tempat dan biaya. Selain bahan yang digunakan untuk media promosi, sistem pemasaran *offline* membutuhkan lebih banyak sumber daya manusia yang terlibat didalamnya. serta tidak dapat menjangkau lebih banyak konsumen.

Sistem pemasaran konvensional menyebabkan petani sangat tergantung dengan pedangan besar/tengkulak. Sebagian besar hasil pertanian petani diserahkan kepada tengkulak bahkan sebelum waktu panen (Yuantari, Kuniadi & Ngatindriatun 2016) Rendahnya akses petani terhadap informasi membuat petani lemah dalam perkembangan harga dan permintaan pasar. Hal ini menyebabkan posisi tawar petani menjadi lemah dalam sistem transaksi komoditi pertanian yang mereka hasilkan.

Pemasaran secara digital merupakan metode pemasaran baru yang mulai merambah sektor bisnis termasuk produk-produk pertanian. Pemasaran secara digital membuat pelaku bisnis mudah memantau dan menyediakan barang/jasa yang diingkan dan dibutuhkan oleh konsumen, disamping itu calon konsumen juga dengan mudah mencari dan mendapatkan informasi produk hanya dengan menjelajah dunia maya (Urva, Pratiwi & Syarief 2022)

Pemasaran digital menggabungkan beberapa faktor diantaranya teknologi, humanis, psikologis, maupun atropologi yang menjadikankan media baru yang interaktif, berkapasitas besar dengan multimedia. Hal ini memunculkan era baru interaksi antara produsen, intermediasi pasar serta konsumen (Lukitaningsih 2013) Adanya pemasaran digital produsen dapat lebih mudah mengakses pasar tanpa melalui rantai pemasaran yang panjang sehingga pemasaran dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

Peralihan sistem transaksi offline dan online dipercepat dengan adanya pandemi Covid-19 yang dimulai pada tahun 2019. (Jacob & Udupa 2021) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pandemi Covid-19 telah mempercepat adopsi masyarakat baik itu petani, pedagang maupun konsumen. Penerapan *lockdown* di berbagai wilayah menyebabkan terganggunya aliran rantai pasok komoditi pertanian. Komoditi pertanian yang sebagian besar memiliki karakter yang mudah rusak (seperti sayur, buah dan ikan) menyebabkan meningkatnya resiko kerugian kerugian yang harus ditanggung baik itu dari sisi petani sebagai produsen maupun pedangan perantara. Di sisi lain konsumen harus menanggung resiko harga yang cukup tinggi karena meningkatnya biaya oparasional untuk menghadirkan bahan pangan ke tangan mereka. Kondisi tersebut mengubah perilaku produsen, pedagang perantara maupun konsumen dari transaksi konvensional (*offline*) menjadi *online*.

8.4 Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Mendukung Pemasaran Komoditi Pertanian

Sebagian besar produk pertanian memiliki karakteristik *perishable*. Produk *perishable* adalah produk yang memiliki siklus hidup yang tidak panjang atau memiliki masa simpan yang pendek. (Salsabila 2020) menyebutkan bahwa produk *perishable* mengalami penurunan kualitas seiring dengan bertambahnya umur produk selama kurun waktu 14 hari.

Karakteristik komoditi pertanian yang perishable dapat menyebabkan meningkatnya resiko kerugian bagi pelaku usaha, jika tidak dilakukan perencanaan dan manajemen pemasaran yang baik terhadap produk pertanian yang dihasilkan. Metode pemasaran secara konvensional (*offline*) yang selama ini telah dilakukan semakin menambah tingkat resiko pada komoditi pertanian yang memiliki karakteristik mudah rusak (*perishable*). Manajemen yang lemah terhadap produk yang mudah rusak dapat menyebabkan tingginya biaya sistem diantaranya biaya kekurangan, biaya kerugian akibat produk yang sisa, biaya pemesanan, dan biaya penanganan persedian (Azadeh et al. 2017). Di sisi lain turunnya kualitas produk pertanian juga dapat mengurangi kepuasan konsumen terhadap produk-produk pertanian tersebut.

Resiko yang muncul akibat karakteristik komoditi pertanian yang *perishable* secara umum dapat dimimalisir dengan beberapa strategi salah satunya adalah dengan menerapkan pemasaran secara online. Pemasaran *online* merupakan perkembangan dari sistem pemasaran *offline* (konvensional). (Utami 2020) bahwa penerapan pemasaran online dapat meningkatkan penjualan produk hingga 113% per bulan dibandingkan dengan pemasaran kovensional (*offline*). Sistem pemasaran ini memiliki keuntungan baik bagi konsumen maupun dari pemasar (Kotler dan Amstrong, 2008 dalam Widayati 2018) Keuntungan pemasaran online bagi konsumen diantaranya :

1. Kenyamanan

   Pemasaran secara online memudahkan bagi konsumen dalam mengakses informasi terkait produk, dimanapun dan kapanpun. Informasi terkait harga, kualitas dan memesan serta membandingkan produk serupa tanpa harus mempertimbangkan waktu, tenaga dan biaya seperti yang digunakan saat melakukan transaksi secara convensional.

2. Kemudahan dan Kebebasan

   Pemasaran secara online memberikan banyak kemudahan dan meminimalisir perselisihan dalam bertransaksi yang biasa terjadi dengan sistem pemasaran offline. Sistem pemasaran online juga memberi kebebasan untuk menentukan pilihan mereka tanpa terganggu dengan rasa emosional dalam bertransaksi.

3. Informatif

   Pemasaran secara online membuka wawasan dan informasi terkait produk yang diinginkan serta membandingkan dengan produk yang sama antara penjual yang satu dengan yang lain.

4. Interaktif and langsung

   Pemasaran secara online memberikan keleluasaan konsumen untuk berinteraksi pada situs penjual untuk menemukan informasi, membuat kesepakatan pembelian, bertransaksi dan melakukan pemesanan

Keuntungan pemasaran online bagi penjual diantaranya :

a. Pemasaran *online* dapat menekan biaya yang banyak dibutuhkan dalam pemasaran sistem *offline*. Pemasaran *online* dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan biaya untuk pendukung proses pemasaran seperti gedung/toko, sumber daya manusia yang terlibat, asuransi, peralatan maupun bahan yang digunakan untuk kegiatan promosi dan penjualan.
b. Pemasaran secara *online* dapat menjadikan proses transaksi menjadi lebih efektif dan efisien. Waktu yang dibutuhkan oleh penjual untuk memindahkan barang dari gudang ke toko, atau dari cabang yang satu ke cabang yang lain, termasuk perjalanan dari rumah ke lokasi pemasaran dapat ditekan dengan adanya sistem pemasaran secara *online*. Penjual juga

memiliki waktu yang lebih fleksibel untuk memasarkan produknya.

c. Pemasaran *online* memudahkan penjual untuk berinteraksi dengan konsumen secara langsung, mengindetifikasi kebutuhannya, membuat database konsumen untuk menyusun strategi pemasaran.

d. Pemasaran online memungkinkan penjual memiliki fleksibilitas yang tinggi sehingga dengan mudah melakukan penyesuaian dalam proses transaksi jual beli seperti penyesuaian program dan tawar menawar.

Keuntungan pemasaran online (digital marketing) juga disebutkan oleh (Utami 2020) diantaranya :

1. Internet dapat menghubungkan antara produsen dan konsumen
2. Semakin sempitnya jarak dan waktu dapat berpengaruh pada peningkatan penjualan produk
3. Digital marketing memiliki biaya yang lebih murah daripada media lainnya seperti media cetak, televisi maupun radio
4. Pelanggan memperoleh pelayanan real time dari penjual
5. Pengusaha/penjual dengan pembeli/pelanggan dapat setiap waktu berkomunikasi melalui perangkat mobil kapanpun dan dimanapun
6. Kestabilan posisi sebuah brand/merk di mata konsumen lebih terjaga dari pesaingnya
7. Para pengusaha mikro diberi peluang untuk mampu bersaing dengan perusahaan makro.
8. Mempersiapkan perusahaan kecil/pemula dengan adanya era dimana segala hal dapat diperoleh dengan internet

(Adam, Handra & Annas 2022) juga menyebutkan bahwa *Digital Marketing* (pemasaran digital) memiliki beberapa keuntungan diantaranya:

1. Tujuan dapat ditentukan berdasarkan lokasi, demografi, gaya hidup dan kebiasaan
2. Lebih cepat membuahkan hasil
3. Tindakan korektif dan perubahan akan lebih mudah dilakukan oleh pemasar
4. Dari segi biaya lebih hemat dibandingkan dengan pemasaran tradisional
5. Dapat menjangkau area yang lebih luas
6. Dapat didapatkan kapan saja tanpa batasan waktu
7. Jumlah konsumen lebih terukur dengan melihat jumlah konsumen yang bertransaksi atau sekedar berinteraksi
8. Promosi dapat dipersonalisasi
9. Interaksi dapat berlangsung dua arah sehingga dapat membangun hubungan dan menumbuhkan kepercayaan konsumen maupun pemangku kepentingan usaha.

8.5 Jenis-Jenis Teknologi Informasi yang Dapat Digunakan Untuk Pemasaran Komoditi Pertanian

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat memberikan banyak kemudahan dalam dunia bisnis baik bagi pelaku usaha maupun konsumen. Sebelum kemunculan internet, media elektronik radio dan televisi dimanfaatkan untuk kegiatan pemasaran. Namun demikian media ini kurang efektif dan efisien karena biaya yang relatif mahal dan komunikasi cenderung berlangsung satu arah. Komunikasi satu arah menyebabkan kurang optimalnya kegiatan pemasaran karerna hanya terbatas pada kegiatan promosi saja.

Pemanfaatan telepon genggam (*Handphone*) pada periode selanjutnya, menjadi pendukung para petani, distributor maupun konsumen di bidang pertanian untuk saling terhubung dan berkomunikasi satu sama lain. Melalui *handpone* masyarakat dapat saling berkomunikasi dengan cara menelfon atau mengirim SMS (*Short Massage Service*) sehingga pesan dapat tersampaikan dengan cepat kepada orang yang dituju. Meskipun demikian pemanfaatannya dalam bidang pemasaran produk pertanian masih kurang optimal. Komunikasi hanya dilakukan jika antara produsen, distributor maupun konsumen saling mengenal satu sama lain.

Perkembangan selanjutnya pemanfaatan internet telah mengubah strategi pemasaran dan perilaku produsen dan konsumen dalam segala aspek terpasuk di bidang pertanian. Pemanfaatan *internet of things* (IOT) dalam segala aspek kehidupan menjadikan para pelaku usaha memanfaatkan internet untuk melakukan promosi maupun bertransaksi dengan konsumennya dengan cepat dan mudah. Di sisi lain konsumen semakin dipermudah untuk mencari, membandingkan kualitas maupun harga, bernegosiasi, mengambil keputusan pembelian bahkan dalam transaksinya, serta menghemat biaya dan waktu. Pemanfaatan internet dapat dilakukan dengan menggunakan media berupa laptop maupun smartphone yang telah terhubung dengan jaringan internet.

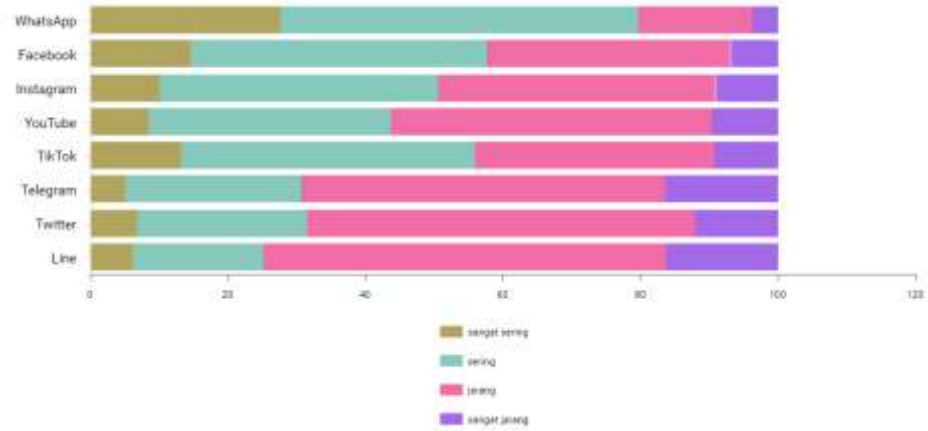
Penggunaan internet mendukung perkembangan sektor pertanian termasuk dalam bidang pertanian. Internet mendukung para pengusaha bidang pertanian dan calon pembeli untuk dapat langsung bertemu di dunia maya, berbagi informasi, bernegosiasi dan bertransaksi. Informasi bersifat dua arah, sangat cepat dan dinamis. Berbagai media platform digunakan untuk mendukung pemasaran dibidang pertanian. Berikut ini beberapa contoh platform yang dapat mendukung kegiatan pemasaran komoditi pertanian :

8.5.1 Website

Website merupakan sekumpulan laman web yang telah disebarluaskan dengan menggunakan internet dan memiliki domain/URL (Uniform Resouce Locator) serta bisa diakses oleh semua pengguna internet dengan mengetikan alamatnya (Purnomo et al. 2022)

8.5.2 Sosial media

Media sosial merupakan media platform yang berfokus pada eksistensi pengguna dan memberikan fasilitas bagi banyak aktivitas dan kolaboasi (Van Dijk, 2013 dalam Andamisari 2021) . Berikut ini beberapa contoh media sosial yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pemasaran produk pertanian (Gambar 7.1.)



Gambar 7.1. Pemanfaatan media sosial oleh masyarakat Indonesia

Sumber: databoks.katadata.co.id

Salah satu jenis media platform media sosial adalah Whatsapp. Selanjutnya (Andamisari 2021) menyebutkan bahwa whatsapp merupakan aplikasi yang dapat digunakan sebagai media komunikasi yang juga memungkinkan pengguna untuk berbagi audio, gambar, video dan file. Berdasarkan laporan

Status Lierasi Digital Indonesia tahun 2021 yang dirilis oleh Kementerian Komunikasi bersama dengan Katadati Insight Center (KIC), menyebutkan bahwa Whatsapp merupakan platform media sosial yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Lebih lanjut disebutkan bahwa sebanyak 26,6 % responden menyatakan sangat sering, 52% sering mengunakan, 16,6% jarang dan 3,8% sangat jarang menggunakan Whatsapp (Databoks, 2021). Para pelaku usaha di bidang pertanian dapat memanfaatkan aplikasi Whatsapp untuk mempromosikan dan melakukan komunikasi dengan calon pembeli dengan menshare pada group whatsapp ataupun pada status. Aplikasi Whatsapp juga memungkinkan para pelaku usaha untuk membuat katalog produk sehingga memudahkan para calon konsumen dalam memilih produk yang mereka inginkan.

Facebook merupakan suatu aplikasi media sosial yang saat ini sangat digemari oleh berbagai kalangan laki-laki maupun perempuan, tua maupun muda, dan juga kalangan ekonomi bawah hingga atas. Facebook menempati urutan kedua sebagai media sosial yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia (Databoks, 2021). Facebook yang pada awalnya merupakan media untuk mencari teman, sarana komunikasi, sarana berbagi maupun mencari informasi, semakin berkembang menjadi media sosial yang digunakan untuk keperluan proposi usaha dan bisnis (Urva et al. 2022) Facebook menjadi media sosial yang mewadahi para pelaku bisnis menawarkan produk dan memberi kesempatan kepada konsumen untuk mencari barang yang mereka butuhkan/inginkan, memilih, membandingkan kualitas, harga, melakukan tawar menawar dan membuat keputusan untuk bertransaksi atau tidak. Facebook memilliki fiture bernama marketplace yang dapat dijadikan sarana promosi bagi pelaku usaha di bidang pertanian untuk menawarkan produknya, berkomunikasi, dan bernegosiasi dengan calon konsumen melalui massenger. Marketplace pada facebook

merupakan sarana bagi pengguna untuk menjual, menemukan, membeli item yang ditawarkan dalam komunitas lokal mereka (Waziana, Herdiyan & Baba 2021) Kelebihan marketplace facebook yaitu memberikan informasi yang berguna seperti harga dan deskripsi produk, menargetkan pembeli dimanapun dan kapanpun dengan mudah, menjangkau pembeli pada tempat dimana mereka sudah menjelahi produk dan memberikan jawaban yang cepat dengan pengiriman *realtime*.

Instagram merupakan salah satu media yang memiliki katakter yang menonjol pada tampilan gambar maupun video. Bersumber dari dataindonesia.id hingga april 2022 pengguna Instagram di seluruh dunia mencapai 1,45 milliar orang. Jumlah tersebut disumbah oleh Indonesia sebanyak 99,9 juta. Nilai tersebut menempatkan Indonesia sebagai negara terbesar ke empat setelah India, Amerika Serikat dan Brasil. Besarnya jumlah pengguna aplikasi sosial media Instagram ini menjadi peluang yang sangat baik untuk para pelaku usaha dalam kegiatan pemasaran diantaranya promosi dan pencitraan merek.

Youtube merupakan platform yang didirikan pada tahun 2005 yang selanjutnya diakuisisi oleh Google pada tahun 2006 hingga sekarang. Melalui youtube masyarakat di seluruh dunia dapat mengunggah, menonton, berkomentar, menjadi pelanggan dan berbagi konten dengan video secara gratis (Muliansyah & Rahmayanti 2019) Pemasar dapat menggunakan youtube untuk mempromosikan dengan dengan metode iklan bumper yang ditampilkan di awal video aktual dan waktunya hanya beberapa detik. Bentuk lain yaitu Iklan TrueView yang yang ditampilkan di awal video namun waktunya lebih panjang daripada iklan bumper. Jenisnya iklan TrueView pada pencarian muncul hanya pada saat pengguna mencari pada bilah pencarian dan Iklan TrueView streaming yang dapat dilewati oleh pengguna jika tidak diinginkan.

Tiktok merupakan media sosial yang banyak digunakan dan oleh masyarakat Indonesia dari berbagai segmen. Aplikasi media sosial ini berasal dari Tiongkok yang dirilis pada September 2016 yang merupakan jejaring sosial dan platform video musik. Saat ini tiktok dimanfaatkan tidak lagi hanya sebagai media hiburan namun juga dapat digunakan oleh para pelaku usaha sebagai salah satu media pemasarannya. Media sosial tiktok memiliki beberapa kelebihan diantaranya (Yuniarti, Ismawati & Aini 2020) :

1. Para pengguna tidak perlu memiliki akun untuk menikmati video pada tiktok. Hal ini memungkinkan semua pengguna dengan mudah untuk menggunakan aplikasi ini jika ingin mendapatkan informasi dari produk atau layanan yang dinginkan
2. Menyajikan video pendek yang dapat dimanfaatkan oleh para pelaku usaha untuk mempromosikan produk mereka dengan konten sehingga tidak mebosankan pelanggan.
3. Tiktok memiliki aplikasi filter dan *background* musik yang sangat beragam sehingga promosi menjadi lebih menarik.

8.5.3 Marketplace dan E-commerce

Marketplace dan e-commerce merupakan sarana pemasaran online yang banyak digemari oleh para produsen maupun konsumen untuk bertransaksi. Kedua platform tersebut sekilas hampir sama namun ada perbedaan. (Utami 2022) menyebutkan marketplace merupakan bisnis yang menggunakan model model bisnis c2c (*customer to customer*) sedangkan e commerce menggunakan model b2b (*business to business*) dan b2c (*business to customer*). Contoh marketplace yang banyak digunakan oleh para pelaku usaha di Indonesia diantaranya Shopee, Bukalapak, Tokopedia, Blibli dan Lazada. Terdapat juga beberapa contoh marketplace tingkat internasional diantaranya Ali Baba, Amazon,ebay, Taobao dan Tmall. E-

commerce yang banyak digunakan di Indonesia contohnya Zalora, Indollote, Sociola, Orami dan Bhinekka.

Di Indonesia marketplace dan e-commerce berkembang dengan pesat sebagai sarana pendukung yang paling ampuh dalam mendongkrak penjualan. Strategi pemasaran juga terus berkembang seiring dengan perkembangan penggunaan media-media tersebut. Beberapa perusahaan yang bergerak di bidang pertanian juga telah banyak memanfaatkan marketplace dan e-commerce tersebut untuk memasarkan produknya. Beberapa perusahaan di bidang pertanian tersebut diantaranya Tanihub, Petani, Pantauharga, Limakilo, Regopantes, Paktani Digital, Agromaret, GDM Agri.

8.6 Penutup

Pemanfaatan internet dan digitalisasi telah merambah ke semua aspek kehidupan salah satunya adalah pemasaran produk pertanian. Adanya teknologi informasi dapat mendukung kegiatan pemasaran produk pertanian dengan meminimalisir masalah yang dihadapi seperti lemahnya akses petani terhadap pasar/konsumen, tingginya biaya dan waktu pemasaran yang disebabkan panjangnya rantai distribusi yang harus dilalui, kurangnya informasi petani terhadap kondisi pasar. Teknologi informasi tidak hanya berfungsi sebagai media promosi saja, namun telah berkembang menjadi media untuk menciptakan pasar tersendiri yang menghubungkan produsen dan konsumen secara langsung, cepat dan dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

Ababa, A., 2014. *Small Scale Aquaponics Training Manual*.

Abdul A, M. Sugihartono, M Ghofur. 2017. Pertumbuhan Ikan Patin Siam (*Pangasianodon Hypopthalmus F*.) Pada Pemeliharaan Sistem Akuaponik dengan Kepadatan Yang Berbeda. Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau Vol. 2 No. 2 Hal. 51 – 57.

Adam, M.R.R., Handra, T. & Annas, M., 2022, 'Pengaruh Celebrity Endorser dan Periklanan Terhadap Brand Image (Peran Digital Marketing)', *Technomedia Journal*, 7(2), 189–201

Alam, M. N. H. Z., Othman, N. S. I. A., Samsudin, S. A., Johari, A., Hassim, M. H., Kamaruddin, M. J., 2020. Carbonized rice husk and cocopeat as alternative media bed for aquaponic system. *Sains Malaysiana*, *49*(3), 483–492. https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4903-03

Alim, M. F. (2019). Konsep dan Manfaat Akuaponik. *online],(http://kmc. tp. ugm. ac. id/kms/konsep-dan-manfaat-aquaponik/, diakses tanggal 13 Februari 2021)*.

Amara, F., Rahmatia, F., & Dhewantara, L. (2021). Penggunaan tanaman anggrek dan selada terhadap pertumbuhan ikan mas koki (Carassius auratus) dalam sistem mini akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, *6*(2), 57–61.

Andamisari, D., 2021, 'Penggunaan Status Whatsapp Sebagai Digital Marketing Warga Kecamatan Medan Satria Bekasi Di Era New Normal', *Jurnal Lugas*, 66(1), 66–72.

Andi B S, Sumoharjo, M Ma'ruf. 2021. Daya Dukung Sistem Akuaponik Untuk Pembesaran Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Skala Komersial. Jurnal Aquawarman. Vol.7 (2): 97-108. Oktober 2021

Andriani, Y., Dhahiyat, Y., Zahidah, Z., Subhan, U., Iskandar, I., Zidni, I., Mawardiani, T., 2018. Effect of water irrigation volume on Capsicum frutescens growth and plankton abundance in aquaponics system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *139*(1).

Angkha, B., Verma, A. K., Kumar, S. H., Prakash, C., Thomas, R. M.,2020. Mobilization of mica by Bacillus sp. and its effect on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cum holy basil (*Ocimum tenuiflorum*)–based aquaponic system. *Aquaculture International*, *28*(5), 2045–2058.

Asciuto, A., Schimmenti, E., Cottone, C., & Borsellino, V. (2019). Urban Forestry & Urban Greening Original article A financial feasibility study of an aquaponic system in a Mediterranean urban context. *Urban Forestry & Urban Greening*, *38*(January), 397–402. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.02.001

Asri, A.A.S.M.A.N., 2022, *Digital Marketing in The Era of Society 5.0 By Applying Design Thingking*, *International Conference On Industrial Revolution 4.0*, 284–295.

Assaffah, T. S., Primaditya, P.,2020. Media Tanam Akuaponik Dalam Ruang. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *9*(1). https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i1.51642

Azadeh, A., Elahi, S., Farahani, M.H. & Nasirian, B., 2017, 'A genetic algorithm-Taguchi based approach to inventory routing problem of a single perishable product with transshipment', *Computers and Industrial Engineering*, 104, 124–133.

Badan Pusat Statistik.,2019. Horticultural Statistics; Jakarta, Indonesia,pp. 44–47.

Bailey, D. S., Ferrarezi, R. S.,2017. Valuation of vegetable crops produced in the UVI Commercial Aquaponic System. *Aquaculture Reports*, *7*(June), 77–82.

Bella M H, J Hutabarat, D Harwanto. 2020. Performa Kualitas Air, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. Jurnal Sains Akuakultur Tropis:4(2020)1:78-89.

Ben Khedher, S., Boukedi, H., Laarif, A., Tounsi, S.,2020. Biosurfactant produced by Bacillus subtilis V26: a potential biological control approach for sustainable agriculture development. *Organic Agriculture*, *10*, 117–124.

Bernstein, S. (2011). Aquaponic Gardening: a Step-By-Step Guide To RaisingVegetables And Fish Together Isbn 978-0-86571-701-5.

Boyd, C.E., 1998. Pond Water Aeration System. Aquac.Eng.18, 9-40.

Boyd,C.E, C.S. Tucker. 1992. Water Quality And Pond Soil Analyses For Aquaculture. Aquac.Eng.31, 73-82.

Cerozi, B. da S., Fitzsimmons, K.,2016. The effect of pH on phosphorus availability and speciation in an aquaponics nutrient solution. *Bioresource Technology*, *219*, 778–781.

Colt. J. 1991., Aquaculture Production System. Journal of Animal Science :69:4183-4192.

Damamik, B., Hamdani, H., Riyantini, I., & Herawati, H. (2018). Uji efektivitas bio filter dengan tanaman air untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik ikan lele sangkuriang (Clarias gariepinus). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, *IX*(1), 134–142

Darwis, J D. Mudeng, S N J. Londong. 2019. Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Sistem Akuaponik Dengan Padat Penebaran Berbeda. Budidaya Perairan 2019, Vol. 7 No. 2: 15 -21.

Dauhan, R., Efendi, E., & Suparmono, S. (2014). © e-JRTBP Volume 3 No 1 Oktober 2014. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, *3*(1), 297–302.

Deswati, D., Safni, S., Khairiyah, K., Yani, E., Yusuf, Y., Pardi, H.,2020. Biofloc technology: water quality (pH, temperature, DO, COD, BOD) in a flood & drain aquaponic system. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, *00*(00), 1–10. https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1817428

Dewanti, P., 2019. "Budidaya Terpadu Ikan Dan Sayuran Melalui Metode Akuaponik Di Desa Serut Kecamatan Panti Kabupaten Jember." *Warta Pengabdian* 13(4):164. doi: 10.19184/wrtp.v13i4.13766.

Diansari VR.., Arini E., dan Elfitasari T. (2013). Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (Oreochromis niloticus) pada sistem resirkulasi dengan filter zeolit. Journal of Aquaculture Management and Technology. 2 (3) : 37-45.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.

FAO. 2018.Small Family Farms Country Factsheet: Indonesia; FAO: Rome, Italy,; pp. 1–2

Farida, F.N., 2017. Analisis Kualitas Air pada Sistem Pengairan Akuaponik. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem Vol. 5. No. 2, 2017.

Fariudin, R., Sulistyaningsih, E., Waluyo, S.,2013. Growth and Yield of Two Cultivars of Lettuce (Lactuca Sativa, L.) in Aquaponics in Gourami and Tilapia Fishpond. *Vegetalika*, *2*(1), 66–81. https://jurnal.ugm.ac.id/jbp/index

Fauzi, A. R., Ichniarsyah, A. N., & Agustin, H. 2016. Pertanian perkotaan: urgensi, peranan, dan praktik terbaik. Jurnal Agroteknologi, 10(1), 49- 62.

Firdaus, M. R., Hasan, Z., Gumilar, I., & Subhan, U.,2018. *Untuk Mengurangi Karbon Organik Total Pada Sistem Akuaponik Dengan Tanaman Selada Muhamad Rakhman Firdaus , Zahidah Hasan , Iwang Gumilar dan Ujang Subhan Universitas Padjadjaran Budidaya ikan adalah berbagai cara memperbanyak dan memperoleh keuntungan di*. *9*(1).

Gaspersz, V., 2005, Contoh Soal dan Penyelesaian Ekonomi Manajerial (Panduan Solusi Masalah Bisnis), Gramedia Pustaka Utama, Jakart

Goddek S, B Delaide, U Mankasingh, KV Ragnarsdottir, H Jijakli and Ragheidur Thorarinsdottir. 2015 Challenges of sustainable and commercial aquaponics. Sustainability, 7(4): 4199-4224.

Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M.,2019. *Aquaponics Food Production Systems*.

Graber, A., & Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, *246*(1–3), 147–156. https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.048

Graber, A., & Junge, R.,2009. Aquaponic Systems : Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *DES*, *246*(1–3), 147–156. https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.048

Habiburrahman, 2018., Aplikasi Teknologi Akuaponik Sederhana pada Budidaya Ikan Air Tawar untuk Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). https://agromedia.net/cara- memotongrockwool-media-tanam-hidroponik/

Hadi, M. R., Karimi, N., 2012. THE ROLE OF CALCIUM IN PLANTS ' SALT TOLERANCE. *Journal of Plant Nutrition*, *35*(12), 37–41. https://doi.org/10.1080/01904167.2012.717158

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Awal, A., Masud, C., Fujita, M.,2018. *Potassium : A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses*. *8*(31), 2–29.

Hasna N S, A Yustiati, Y Andriani. 2022. Produktivitas Budidaya Ikan dalam Berbagai Konstruksi Sistem Akuaponik (Review). Jurnal Akuatika Indonesia Vol. 7 No. 1.

Henze, J., Ulrichs, C.,2015. Aquaponics and its potential for food security in Kenya. *International Conference on Biodiversity for Food and Nutrition on Capacity Building*, *September*, 21–22. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2429.7841

Heredia, N. A.,2014. *Design Constuction and Evaluation of a Vertical Hydroponic Tower.* (1-33)

Herman H, I B B Suryadi, Z Zahidah, Y Andriani, L P Dewanti, R Sugandhy. 2022. Manajemen Kualitas Air dalam Budidaya Akuaponik Sistem Pasang Surut. Jurnal Of Berdaya, 2(1):1-7.

Hu, Z., Lee, J. W., Chandran, K., Kim, S., Brotto, A. C., & Khanal, S. K.,2015. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. In *Bioresource Technology* (188). Elsevier Ltd.

Husni, A., K. Hidayah, Maskan. 2014. Analisis Finansial Usahatani Cabai Rawit di Desa Purwajaya Kecamatan Loa Janan. Jurnal Arifor. 13 (1): 49-52

Indana, F.T. & Beni, S., 2021, 'Strategi Pemasaran Sayuran Hidroponik Shanti Bhuana', *JBEE (Journal Business Economics and Entrepeneurship*, 3(2), 186–192

Irfan Z, Iskandar, A Rizal, Y Andriani, R Ramadan. 2019. Efektivitas Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman

yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. Jurnal Perikanan Dan Kelautan Volume 9 Nomor 1. Juni Halaman: 81 – 94.

Jacob, P.M. & Udupa, A.R., 2021, 'Online marketing of perishable goods: trends during COVID-19: a review', *Technology and Management*, 14(01), 24–29.

Kadarini, T., Yamin, M., & Sholichah, L. (2021). Pertumbuhan ikan mas koki, Carrasius auratus pada sistem akuaponik dengan tanaman air yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, *16*(13), 167–176.

Kalantari, S., Marefat, A., Naseri, B., Hemmati, R.,2018. Improvement of bean yield and Fusarium root rot biocontrol using mixtures of Bacillus, Pseudomonas and Rhizobium. *Tropical Plant Pathology*, *43*(6), 499–505.

Kasmir dan Jakfar. 2016. Studi Kelayakan Bisnis. Prenadamedia Group. Jakarta

Kementerian Pertanian., 2017.Macro Statistics for Agricultural Sector: Jakarta, Indonesia, 2017. Available online: http://epublikasi.pertanian.go.id/download/file/358-buku-statistik-makro-2017 (diakses 15November 2021)

Khadijah I, I W Arthana, G R A Kartika. 2022. Pertumbuhan Ikan Nila yang Dibudidayakan Pada Sistem Akuaponik dengan Padat Tebar Yang Berbeda. Jurnal Media Akuakultur Volume 2, Nomor 1, Juni.

Kim, Y. M., Park, D., Lee, D. S., Park, J. M.,2007. Instability of biological nitrogen removal in a cokes wastewater treatment facility during summer. *Journal of Hazardous Materials*, *141*(1), 27–32. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.074

Kuntardina, A., Septiana, W., Putri, Q. W.,2022. Pembuatan Cocopeat Sebagai Media Tanam Dalam Upaya Peningkatan

Nilai Sabut Kelapa. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, *6*(1), 145–154. http://ejurnal.ikippgribojonegoro.ac.id/index.php/J-ABDIPAMAS

Kyaw, T. Y., Ng, A. K.,2017. Smart Aquaponics System for Urban Farming. *Energy Procedia*, *143*, 342–347.

Lawson, T. B. (1995). Fundamentals of aquacultural engineering. New York: Chapman and Hall.

Legrifi, I., Al Figuigui, J., El Hamss, H., Lazraq, A., Belabess, Z., Tahiri, A., Amiri, S., Barka, E. A., Lahlali, R.,2022. Potential for Biological Control of Pythium schmitthenneri Root Rot Disease of Olive Trees (Olea europaea L.) by Antagonistic Bacteria. *Microorganisms*, *10*(8). https://doi.org/10.3390/microorganisms10081635

Leimona, B., Amaruzaman, S., Arifin, B., Yasmin, F., Hasan, F., Agusta, H., Sprang, P., Jaffee, S., Frias, J.,2015. Indonesia's 'Green Agriculture' Strategies and Policies: Closing the Gap between Aspirations and Application. In *The World Agroforestry Centre United Nations Avenue*. World Agroforestry Centre.

Lies S, C Umar. 2015. Pengaruh Lama Retensi Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Budidaya Sistem Akuaponik dengan Tanaman Kangkung. Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Volume 14 Nomor 3.

Love, D. C., Fry, J. P., Li, X., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K., Thompson, R. E.,2015. Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. *Aquaculture*, *435*(January), 67–74. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.023

Lukitaningsih, A., 2013, 'Perkembangan Konsep Pemasaran: Implementasi dan Implikasinya', *Jurnal Maksipreneur* |, III(1), 21–35

M. Darmawan , Irmawati, Asmuliani R. 2020. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Dan Ikan Lele (*Clarias*) dengan Sistem Akuaponik. Agrium April 2020 Volume 22 No.3

M. Darmawan, I, Asmuliani R. 2020. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) dan Ikan Lele (*Clarias*) dengan Sistem Akuaponik. Agrium April 2020 Volume 22 No.3.

Marini W, H Khotimah, A D Sasanti, S H Dwinanti, M A Rarassari. 2019. Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Dengan Sistem Akuaponik Di Desa Karang Endah, Kecamatan Gelumbang, Kabupaten Muara Enim Sumatra Selatan. Journal Of Aquaculture And Fish Health Vol. 8 No.3

Martins, I.M., Ochola, D., Ende, S.W., Eding, H.E. And Verreth, J.A. 2009. Is Growth Retardation Present In Nile Tilapia *Oreochromis Niloticus* Cultured In Low Water Exchange Recirculating Aquaculture Systems Aquaculture, 298(1-2):43-50.

Muliansyah, D. & Rahmayanti, R., 2019, 'Tampilan Peranan Kualitas Website dan Aplikasi Youtube sebagai Media Komunikasi Pemasaran Terpadu dalam Mempengaruhi Pergeseran Perilaku Konsumen', *Journal of Information Technology*, 01(2), 63–68.

Mulqan, M., Afdhal, S., Rahimi, E., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (Oreochromis niloticus) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda The Growth and

Survival rates of Tilapia Juvenile (Oreochromis niloticus) in Aquaponics Systems with Different Plant. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, *2*(1), 183–193.

Munguia Fragozo, P., Alatorre-Jacome, O., Rico-Garcia, E., Torres-Pacheco, I., Cruz-Hernandez, A., Ocampo-Velazquez, R. V., Garcia-Trejo, J. F., &Guevara-Gonzalez, R. G.,2015. Perspective for Aquaponic Systems: "omic" Technologies for Microbial Community Analysis. *BioMed Research International*, *2015*. https://doi.org/10.1155/2015/480386

Mutiara, R Syamsuddin, A Ala. 2018. Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica Juncea*) dan Selada (*Lactuca Sativa* L) serta Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) Pada Sistem Akuaponik. Jurnal Sains & Teknologi, Desember, Vol. 18 No. 3 : 274 – 281.

Nicolae, C. G., Popa, D. C., Rahoveanu, A. T., Dumitrache, F., Mocuta, D., Elia, E.,2015. Low-Tech Aquaponic System Based on an Ornamental Aquarium. *Scientific Papers-Series D-Animal Science*, *58*(October), 385–390.

Nofiandi Riawan, 2016. Step by Step Membuat Instalasi Akuaponik Portable 1 m2 Hingga Memanen, Jakarta: AgroMedia Pustaka.

Noor Syuhadah, S., Rohasliney, H.,2012. Rice Husk as biosorbent: Areview. *Health and the Environment Journal*, *3*(1), 89–95.

Nugroho. E., & Sutrisno. 2008. Budidaya Ikan Dan Sayuran Dengan Sistem Akuaponik. Penebar Swadaya. Jakarta, 67 Hlm.

Nur F F, S H. Abdullah, A Priyati. 2017. Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.5, No. 2, September.

Panunggul, V. B., Widarawati, R., Sitanini, A., Sari, T. K. 2022. Respon Ketahanan Tanaman Caisim (*Brassica Juncea* L.) terhadap Intensitas Serangan Hama dan Penyakit setelah Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Hayati Provibio®. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, *7*(2), 133–141. https://doi.org/10.24002/biota.v7i2.5408

Pasaribu, H. Ali Musa. 2012. Perencanaan dan Evaluasi Proyek Agribisnis K onsep dan Aplikasi. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.

Purnomo, D., Revansa, D.M., Shahira, N., Zikra, H. & Hamzah, M.L., 2022, *Perancangan Sistem Informasi Penjualan Sayuran Berbasis Website*, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis*, 11–15.

Quincieu, E.,2015. Summary of Indonesia's agriculture, natural resources, and environment sector assessment. *ADB Papers on Indonesia*, *08*, 1–7.

Ragnheidur Thorarinsdottir, 2015, Aquaponics Guidelines :https://www.researchgate.net/publication/282732809

Rahayu, W. S., Mukarlina, & Linda, R. (2018). Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.* var. New Grand Rapids) menggunakan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Tanpa Sirkulasi dengan Penambahan Giberelin (GA3). *Jurnal Protobiont*, *7*(3), 62–67. https://doi.org/10.26418/protobiont.v7i3.29084

Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., Dewanti, P., Agroteknologi, J., Pertanian, F., Jember, U., Agronomi, J., Pertanian, F., & Jember, U. (2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakchoy). *Jurnal Agroteknologi*, *14*(01), 33–43.

Rakocy, J. E., Bailey, D. S., Shultz, R. C., Thoman, E. S.,2004. Update on tilapia and vegetable production in the UVI

aquaponic system. New dimensions on farmed tilapia. *Proceedings from the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, *000*(June), 1–15.

Rakocy, J. E.,2012. Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture. *Aquaculture Production Systems*, 344–386. https://doi.org/10.1002/9781118250105.ch14

Randall D, Tsui TK (2002) Ammonia toxicity in fifish. Mar Pollut Bull 45:17–23. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00227-8

Resh, H. M.,2013. HYDROPONIC Food Production. A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener. In *CRC Press*. https://www.taylorfrancis.com/books/9781439878699

Ristiawan A N, L T Pambudi, D Chilmawati, A H C Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 8. No. 1, 2012.

Sabrina, S., Ndobe, S., Tis, M., & Tobigo, D. T. (2018). Pertumbuhan Benih Ikan Mas (Cyprinus carpio) Pada Media Biofilter Berbeda [Growth of Carp (Cyprinus carpio) Seed With Different Biofiltering Media]. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, *12*(3), 215–224.

Sala, F. C., da Costa, C. P.,2012. Retrospectiva e tendência da alfacicultura Brasileira. *Horticultura Brasileira*, *30*(2), 187–194. https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002.

Sallenave, R.,2016. *Important Water Quality Parameters in Aquaponics Systems | New Mexico State University - BE BOLD. Shape the Future.* https://pubs.nmsu.edu/_circulars/CR680/

Salsabila, S.E., 2020, *Model Prediksi Penjualan Multi-Item Time Series Berbasis Machine Learning Menggunakan Metode Authoregressive Integrated Moving Average dan Long Short-Term*

Memory Pada Produk Perishable (Study Kasus : Retail Sayur Tosaga) – PhD thesis .

Saptarini, P. (2010). *Efektivitas teknologi akuaponik dengan kangkung darat (Ipomoea reptans) terhadap penurunan amonia pada pembesaran ikan mas*.

Setijaningsih, L. (2012). Pertumbuhan ikan mas (Cyprinus carpio) dengan perbedaan jarak tanam tanaman kangkung (Ipomoea aquatic) pada sistem akuaponik. *Prosiding Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, *2012*, 197–204.

Shafeena T.,2016. Smart Aquaponics System: Challenges and Opportunities. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, *3*(2), 52–55.

Shiwakoti, S., Zheljazkov, V. D., Gollany, H. T., Kleber, M., & Xing, B. (2019). Macronutrients in soil and wheat as affected by a long-term tillage and nitrogen fertilization in winter wheat–fallow rotation. *Agronomy*, *9*(4), 1–11. https://doi.org/10.3390/agronomy9040178.

Sinaga, Dajim dan Herlina Juni Risma. 2013. Studi Kelayakan Investasi Pada Proyek & Bisnis Dalam Perspektif Iklim Investasi Pereknonomian Global. Mitra Wacana Media. Jakarta

Sitompul, H. A. A., Efendi, E., & Setyawan, A. (2021) Aplikasi Bak Pengendapan pada Sistem Akuaponik PasangSurut dalam Mereduksi NH3 pada Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, *26*(2), 131-136.

Soetriono. 2006. Daya Saing Pertanian Dalam Tinjauaan Analisis. Bayumedia. Malang

Somerville, C., Cohan, M., Pantanella, E., Stankus, A., Lovatelli.A.,2014. Producción de alimentos enacuaponía a pequeña escala. In *FAO Fisheries and Aquaculture Techinical Paper* (589).

Somerville, C.; Cohen, M.; Pantanella, E.; Stankus, A.; Lovatelli, A. 2014. Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome.

Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., Sharma, A.,2020). Trichoderma: The "secrets" of a multitalented biocontrol agent. *Plants*, *9*(6), 1–25. https://doi.org/10.3390/plants9060762

Stouvenakers, G., Dapprich, P., Massart, S. 2019. Aquaponics Food Production Systems. *Aquaponics Food Production Systems*, *June*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6

Stouvenakers, G., Massart, S., Depireux, P., Haïssam Jijakli, M.,2020. Microbial origin of aquaponic water suppressiveness against pythium aphanidermatum lettuce root rot disease. *Microorganisms*, *8*(11), 1–25.

Suliyanto. 2010. Studi Kelayakan Bisnis : Pendekatan Praktis. Andi Yogyakarta. Yogyakart

Sumiadi, S., Wahyuni, S., & Sisinggih, D. (2022). Bantuan Teknis Pembuatan Kolam Ikan Untuk Budidaya Aquaponik Di Desa Jenggala Kabupaten Lombok Utara. *TEKAD: Teknik Mengabdi*, *1*(1), 9-17.

Supendi,Maulana. M.R, 2015 Teknik Pembesaran Ikan Lele Dengan SistemAkuaponik. Bul. Tek. Lit. Akuakultur Vol. 13 No. 2 Tahun 2015: 101-106

Suraiya N A, Zulfiadi. 2018. Pengaruh Tanaman Berbeda Pada Sistem Akuaponik Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* Sp). Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 5:1 (April, 2018): 14-18.

Sutton, J. C., Sopher, C. R., Owen-going, T. N., Liu, W., Grodzinski, B., Hall, J. C., & Benchimol, R. L.,2006. *a01V32N4*. 307–321.

Syahza, A., 2008, *Model Pemasaran Produk Pertanian Berbasis Agribisnis Sebagai Upaya Percepatan Pertumbuhan Ekonomi Pedesaan* – PhD thesis, Universitas, Riau .

Syamsunarno, M.B. & Sunarno, M.T.D. 2016. Budidaya Ikan Air Tawar Ramah Lingkungan Untuk Mendukung Keberlanjutan Penyediaan Ikan Bagi Masyarakat. Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan oleh Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 17 Mei 2016. Bandar Lampung: Fakultas, Universitas Lampung. 1 – 16.

Syuaib, M. F.,2016. Sustainable agriculture in indonesia: Facts and challenges to keep growing in harmony with environment. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, *18*(2), 170–184.

Tarigan, N. B., Goddek, S., Keesman, K. J.,2021. Explorative study of aquaponics systems in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(22). https://doi.org/10.3390/su132212685

The Economist Intellegence Unit. Global Food Security Index.,2013. *Food security index – food affordability, availability, access and quality across 105 countries worldwide – The Economist Intelligence Unit*. http://www.eiu.com/public/topical_report.aspx?campaignid=FoodSecurity2013.

Tsania. (2022). Ikan koki yang hamil, apakah akan bertelur? https://nakamaaquatics.id/ikan-koki-yang-hamil-apakah-akan-bertelur/. Diakses 8 Desember 2022.

Urva, G., Pratiwi, M. & Syarief, A.O., 2022, 'Optimalisasi Media Sosial Sebagai Penunjang Digital Marketing', *ABDINE (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(1), 56–61.

Utami, D.P., 2020, *Pengenalan Digital Marketingdalam Pemasaran Produk Pertanian Untuk Petani Milenial Desa Wonotulus Kecamatan Purworejo Kabupaten Purworejo*, *Seminar Nasional Karya Pengabdian 'Peningkatan Daya Saing hassil Pertanian Menuju Industri 4.0'*, 25–32.

Utami, S., 2022, 'Pendampingan menuju Inisiasi Ekspor Produk Peternakan Lembah Madu An-Nahl melalui Pemasaran E-Commerce dengan Web An-Nahl', *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 8(2), 107.

Vurukonda, S. S. K. P., Giovanardi, D., Stefani, E.,2018. Plant growth promoting and biocontrol activity of streptomyces spp. As endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(4). https://doi.org/10.3390/ijms19040952

Waziana, W., Herdiyan, S.R. & Baba, J.A., 2021, 'Pendampingan Pemasaran Produk Home Industri Melalui Facebook Marketplace Bagi Pelaku Umkm Di Era Pandemi', *Jurnal PkM Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 39–44.

Widayati, K.D., 2018, 'Implementasi SWOT Strategi Pemasaran Online dan Offline Pada PT Roti Nusantara Prima Cabang Jatiasih', *Widya Cipta*, 2(2), 209–216

Widi R G, I Nurruhwati, Sunarto, Zahidah. 2017. Pengaruh Penggunaan Tiga Varietas Tanaman Pada Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi Total Amonia Nitrogen Media Pemeliharaan Ikan Koi.

Jurnal Perikanan Dan Kelautan Vol. Viii No. 2.

Wijaya, R., & Fajeriana, N. (2018). Hasil Dan Pertumbuhan Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) Dalam Sistem Akuaponik Ikan Nila, Ikan Lele dan Ikan Pelangi. *Median*, *X*(3), 14–22.

Wikipedia. (2022). Corchorus olitorius.

https://en.wikipedia.org/wiki/Corchorus_olitorius. Diakses 4 Desember 2022.

Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W., Khana, S. K.,2016. *Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review Sumeth Wongkiew*.

Yuantari, MG.C., Kuniadi, A. & Ngatindriatun, 2016, 'Pemanfaatan teknologi Informasi untuk pemasaran hasil pertanian di desa curut kecamatan penawangan kabupaten grobogan jawa tengah', *Techno.COM*, 15(1), 43–47.

Yuniarti, N., Ismawati, A. & Aini, A.N., 2020, *Pengaruh Promosi Online Melalui Tiktok Terhadap Peningkatan Penjualan Produk Usaha di Masa Pandemi Covid-19*, *Proceedings The 1 st UMYGrace 2020*.

Yuwono, SS. (2015). Ikan patin (Pangasius sp.). Available at : http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/08/ikan-patin-pangasius-sp/. Diakses 8 Desember 2022.

Zalukhu, J., Futrani, M., & Sasanti, A. D. (2016). Pemeliharaan ikan nila dengan padat tebar berbeda pada budidaya sistem akuaponik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, *4*(1), 80–90

Zidni I, H. T. 2013. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Benih Lele Sangkuriang (Clarias gariepinus) dalam Sistem Akuaponik. Jurnal Perikanan dan Kelautan.

BIOGRAFI PNULIS



Bagus Dwi Hari Setyono, S.Pi., M.P. lahir di Kota Mataram pada tanggal 3 Agustus 1984. Program Sarjana dan Magister diselesaikan di Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2006 dan 2008. Sejak tahun 2009 menjadi dosen Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Teknologi Budidaya Perairan Tawar, Teknologi Budidaya Perairan Payau, Teknologi Budidaya Ikan Hias, Budidaya Pakan Alami, Oseanografi, Manajemen Agribisnis Perikanan, dan Kewirausahaan. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian, serta menjadi reviewer Jurnal Airaha Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong. Saat ini ia pun diamanahi sebagai ketua Program Studi D3 Budidaya Perikanan Program Vokasi Universitas Mataram (PDD) di Kabupaten Lombok Utara.



Dr. Waode Munaeni, S.Pi, M.Si lahir di Lasalimu (Buton) pada tanggal 4 Juni 1987. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo (UHO) tahun 2011. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Prodi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor tahun 2014 melalui program Beasiswa Unggulan (BU). Pendidikan Program Doktor selesai pada tahun 2020 di Prodi Ilmu Akuakultur IPB melalui program

Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia–Dalam Negeri (BUDI-DN). Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar non-PNS di Pero Budidaya Perairan, FPIK UHO tahun 2015-2020, kemudian menjadi ASN di Prodi Budidaya Perairan, FPIK, Universitas Khairun pada Desember 2020-sekarang.

Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal dan reviewer pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Beberapa artikel yang terbit di jurnal bereputasi seperti di *Fish and Shellfish Immunology* 102:218–227 (Q1) dengan judul *"Effect in white shrimp Litopenaeus vannamei of E. bulbosa (Mill.) Urb. powder on immune genes expression and resistance against Vibrio parahaemolyticus infection*"; Jurnal *Aquaculture* (Q1) dengan judul "*Impact of dietary supplementation with E. bulbosa (Mill.) Urb. on intestinal microbiota diversity and growth of white shrimp, L. vannamei*".

Penulis aktif menulis buku, seperti buku : Pengantar Bioteknologi, Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan, Dasar-Dasar Mikrobiologi, Perkembangan dan Manfaat Obat Herbal Sebagai Fitoterapi. Penulis memiliki paten sederhana No S00201905562 dengan judul invensi "Pencegahan infeksi *V. harveyi* dan peningkatan kinerja pertumbuhan pada udang vaname *L. vannamei* dengan pakan yang mengandung ekstrak bawang hutan *E. bulbosa* (Mill.) Urb." dan No S00202008908 dengan judul " Formula pakan yang mengandung serbuk simplisia bawang hutan untuk pertumbuhan dan resistansi udang vaname terhadap *V. parahaemolyticus*.



Yenni Putri Sari, S.Pi., M.Sc. lahir pada tahun 1991. Ia mendapat gel ar *Magister of Science* di salah satu kampus di Taiwan yaitu *National Taiwan Ocean University* (NTOU) awal tahun 2021. Saat ini ia tercatat sebagai Aparatur Sipil Negara di Universitas Bengkulu sejak tahun 2014 hingga sekarang, selain aktif di kampus ia juga seorang penyelam wanita. Sekarang ia diamanahi sebagai *Journal Manager* pada Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi di bawah UNIB Press. Di tahun 2021 juga, ia merupakan salah satu penerima Hibah Penelitian dari Kemenristekdikti. Selain itu juga ia aktif menjadi pembicara dalam seminar national dan international, pada bulan Agustus 2022 ia menjadi Panel pada *International Forum On Aquaculture Service 17th series : Shellfish Green Technology "An Innovation of Biofloc Technology Incoporation with Microalgae and Bacteria for L. Vannamei Production".* Yang di selenggarakan oleh *Institute of Tropical Aquaculture and Fisheries* (AKUATROP)-Malaysia. Sekarang ia fokus berkolaborasi meneliti dan menulis artikel mengenai Bioflok, Mikroplastik, dan Sampah Laut serta melakukan penelitian di dasar laut.



Victor Bintang Panunggul, S.P.,M.P lahir di Kabupaten Banyumas pada tanggal 21 Maret. Ia Lulus pada Tahun 2019 hingga mendapatkan gelar Magister Pertanian di Universitas Jenderal Soedirman. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah bidang Budidaya Pertanian di Universitas Perwira Purbalingga. Selain mengajar penulis aktif dalam kegiatan Tridharma

Perguruan Tinggi diantaranya ialah penelitian dan pengabdian masyarakat. Beberapa penelitian yang ia teliti diantaranya Pengaruh Pupuk Kandang dan Pupuk Hayati Provibio Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica Juncea* L), Respon Ketahanan Pupuk Kandang dan Pupuk Hayati Provibio Terhadap Intensitas Serangan Hama dan Penyakit Tanaman Caisim (*Brassica Juncea* L), Respon Pupuk SP-36 dan Pupuk Hayati Provibio Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max*) Merill L Var. Wilis. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, ia pernah terlibat aktif sebagai pemateri dalam sosialisasi pembuatan pestisida nabati berbahan daun sereh, dan pelatihan pemanfaatan lahan sempit menggunakan teknik microgreen. Pelatihan Budidaya Sayuran Microgreens dengan Hidroponik Wick System di SD N 2 Kedungrandu Kabupaten Banyumas. Adapun karya buku yang telah ditulisnya, diantaranya berjudul : Dasar Agronomi.



Maya Angraini FU, S.Pi., M.Si. lahir pada tahun 1985. Menyelesaikan program sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan UNSRI dan Program Pasca Sarjana pada Departemen Akuakultur IPB. Saat ini ia tercatat sebagai Dosen di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Bengkulu sejak tahun 2008 hingga sekarang. Tahun 2020 di tengah pandemi Covid-19 ia mendapatkan Hibah Pengabdian Teknologi Tepat Guna dari Kemenristekdikti.



Dr, Syarifah Yusra, STP, M.Sc lahir di Kota Langsa, Aceh pada tanggal 18 Juli. Ia Lulus pada tahun 2020 hingga mendapat gelar Doktor di Universitas Gadjah Mada. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Budidaya Tanaman Pangan, Teknologi Pasca Panen, Biokimia Tanaman, Budidaya Tanaman Perkebunan, di Universitas Sains Cut Nyak Dhien. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini ia pun diamanahi sebagai anggota Lembaga Pengkajian Mutu, dan Asesor BAN SM Propinsi Aceh. Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Ristekdikti dari tahun 2018 hingga sekarang berjudul :Physical and chemical characteristic of stem starch and sheath flour from oil palm tree (Elaeis guineensis). Production of Dextrin by Steam Explosion from Starch Extracted from Oil Palm Stem Waste, Hidrolisis Pati dari Batang Kelapa Sawit dengan Kombinasi Perlakuan Asam Sitrat dan Steam Explosion Terhadap Sifat Fisiko Kimia Dekstrin. Sebagai bentuk pengabdiam kepada masyarakat, ia pun terlibat aktif sebagai pengurus dalam Organisasi Palang Merah Indonesia (PMI) dan turut serta sebagai narasumber dalam penyuluhan kepada masyarakat terkait dengan peningkatan diversifikasi pangan.



Afif Hendri Putranto, S.P., M.P. lahir di Kota Purwokerto pada tanggal 9 Desember 1992. Ia Lulus pada tahun 2020 hingga mendapat gelar Magister Pertanian di Universitas Jenderal Soedirman. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Manajemen Keuangan Agribisnis di Universitas Perwira Purbalingga. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Ristekdikti dari tahun 2020 hingga sekarang diantaranya berjudul : Kinerja Pengurus Gapoktan Sida Makmur dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pengurus Gapoktan di Desa Babadan Banjarnegara. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, ia pun terlibat aktif sebagai trainer bimbingan teknis bantuan Usaha Mikro Kecil Menengah di Kota Purwokerto.



Diah Arina Fahmi, SP., M.Sc lahir pada tanggal 8 Oktober 1981 di Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. Ia lulus pada tahun 2021 hingga mendapatkan gelar Master of Science pada Bidang Manajemen Agribisnis di Universitas Gadjah Mada. Saat ini ia tercatat sebagai peneliti pada Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler Organisasi Riset Tata Kelola Pemerintahan Ekonomi dan Kesejahteraan Masyarakat, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Riset - riset yang pernah dilakukan terutama berkaitan dengan aspek perilaku petani dan kajian ekonomi suatu teknologi yang diterapkan dalam bidang pertanian. Publikasi yang telah dihasilkan telah terbit pada jurnal ilmiah, serta prosiding

nasional dan internasonal. Sebagai bentuk pengabdian masyarakat, ia juga beberapa kali menjadi nara sumber pada bimbingan teknis untuk pendampingan petani komoditas pangan di Provinsi D.I. Yogyakarta.