

MODUL ASAS SISTEM AKUAPONIK: INTEGRASI AKUAKULTUR DAN HIDROPONIK UNTUK PERTANIAN MAMPAN

Pengarang:

Mohd Aizudin Abd Aziz
Mohd Johari Kamaruddin

Abstrak: *Modul Asas Sistem Akuaponik: Integrasi Akuakultur dan Hidroponik untuk Pertanian Mampam* merupakan panduan praktikal yang komprehensif untuk sesiapa sahaja yang ingin memulakan atau memahami sistem akuaponik moden. Dengan penyusunan secara sistematik berdasarkan pengalaman lapangan dan penyelidikan terkini, modul ini merangkumi komponen asas sistem akuaponik, pemilihan ikan dan tanaman yang sesuai, penjagaan kualiti air, pengurusan kos serta penghasilan produk hiliran seperti ikan pekasam. Modul ini juga mengetengahkan aplikasi sebenar melalui projek komuniti di Paya Bungor dan SMK Gambang, menjadikannya rujukan yang relevan untuk pelajar, komuniti, pendidik serta pengusaha mikro dalam bidang pertanian lestari.

Modul yang diperkaya dengan infografik, jadual dan panduan langkah demi langkah ini bukan sahaja sesuai untuk pembelajaran di bilik darjah dan bengkel latihan, tetapi juga sebagai rujukan utama dalam usaha memperkasakan keusahawanan sosial berasaskan makanan dan inovasi hijau.

Kata kunci: Akuakultur, nutrisi, penternakan, industri kecil & sederhana



MODUL ASAS **SISTEM** **AKUAPONIK**

**INTEGRASI AKUAKULTUR DAN HIDROPONIK
UNTUK PERTANIAN MAMPAN**

MOHD AIZUDIN ABD AZIZ



MODUL ASAS **SISTEM** **AKUAPONIK**

**INTEGRASI AKUAKULTUR DAN HIDROPONIK
UNTUK PERTANIAN MAMPAN**

MOHD AIZUDIN ABD AZIZ

Penerbit
Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah
Kuantan
2026



UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG
AL-SULTAN ABDULLAH

Penerbit Press

Hak Cipta©Universiti Malaysia Pahang,
Al-Sultan Abdullah, 2026

Cetakan Pertama, Februari 2026

Hakcipta adalah terpelihara
Setiap bahagian daripada terbitan ini tidak boleh
diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau
dipindahkan kepada bentuk lain, sama ada dengan cara
elektronik, mekanikal, gambar, rakaman dan sebagainya
tanpa mendapat izin daripada Penerbit Universiti
Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah, Lebu Persiaran
Tun Khalil Yaakob, 26300 Kuantan,
Pahang Darul Makmur.



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan
Perpustakaan Negara Malaysia
Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia
ISBN 978-629-7917-03-0

Pengarah Penerbit : Mr. R
Ketua Editor : M. Azli
Editor : Ameerah
Pembaca Pruf : Ameerah
Reka Letak & Reka Kulit: Lutfi
Pentadbiran : Zuraini.S & N. A. Aryan
Jualan & Pemasaran : N. H.

Share | Like | Tag
Online Shop: <https://msha.ke/penerbitump>
Official Page (FB) : Penerbit UMPSA
Official IG : Penerbitumpsa

Diterbitkan Oleh
Penerbit
Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah,
Lebu Persiaran Tun Khalil Yaakob,
26300 Kuantan, Pahang Darul Makmur.
E-mel: penerbit@umpsa.edu.my

Urus Cetak

KANDUNGAN

SENARAI SINGKATAN	vii	
PENGHARGAAN	ix	
PRAKATA	xi	
PENDAHULUAN	xiii	
LATAR BELAKANG MODUL		
1.1 Pengenalan kepada Akuaponik.....	1	
1.2 Konsep Gabungan Penternakan Ikan dan Tanaman.....	1	
1.3 Kepentingan Akuaponik dalam Pertanian Mampan.....	2	
KOMPONEN UTAMA SISTEM AKUAPONIK		
2.1 Tangki Ikan.....	3	
2.2 Sistem Penapisan Air (Mekanikal dan Biologi).....	4	
2.3 Media Tanaman.....	6	
2.4 Pam dan Aliran Air.....	7	
2.5 Pilihan Tanaman dan Spesies Ikan Sesuai.....	8	
NUTRISI DAN KEPERLUAN MAKANAN		
3.1 Jenis Makanan Ikan.....	11	
3.2 Kepentingan Nutrien dalam Sistem.....	11	
3.3 Kitaran Nutrien dalam Akuaponik.....	12	
3.4 Kawalan Kualiti Air dan Nutrien.....	12	
REKA BENTUK DAN PEMASANGAN SISTEM		
4.1 Reka Bentuk Sistem Mini di Rumah.....	15	
4.2 Tatacara Pemasangan Peralatan dan Penyelenggaraan.....	16	
4.3 Contoh Susun Atur Sistem Akuaponik.....	16	
PENJAGAAN DAN PENYELENGGARAAN SISTEM		
5.1 Pemantauan Kualiti Air.....	19	
5.2 Penjagaan Ikan dan Tanaman.....	19	
5.3 Pencegahan Penyakit dan Masalah Umum.....	20	
5.4 Jadual Penyelenggaraan Berkala.....	20	
5.5 Masalah Biasa dalam Sistem Akuaponik.....	20	
KOS PENGURUSAN DAN PULANGAN.....		23
6.1 Anggaran Kos Permulaan.....	23	
6.2 Kos Operasi Bulanan.....	24	
6.3 Anggaran Hasil dan Pulangan Pelaburan.....	24	
6.4 Manfaat Tidak Langsung.....	24	
BONUS – PRODUK HILIRAN: IKAN PEKASAM		
7.1 Pengenalan kepada Ikan Pekasam.....	25	
7.2 Kelebihan Produk Ikan Pekasam.....	26	
7.3 Potensi Pasaran dan Harga Lebih Tinggi.....	26	
7.4 Panduan Asas Penghasilan Ikan Pekasam (Bonus untuk peserta modul).....	26	

LAMPIRAN A	
Resipi Makanan Ikan DIY untuk Sistem Akuaponik.....	31
Cara Penyediaan Makanan Ikan	31
Kelebihan Makanan Ikan DIY	32
RUJUKAN	33
BIODATA PENULIS	35
INDEKS	37

SENARAI SINGKATAN

DIY	<i>Do-It-Yourself</i> (Buat Sendiri)
SLO	<i>Solids Lifting Outlet</i>
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
N	Nitrogen
P	Fosforus
K	Kalium
pH	Potensi Hidrogen (Keasidan/Alkalin)
DO	<i>Dissolved Oxygen</i> (Oksigen Terlarut)
ppm	<i>Parts Per Million</i> (Bahagian per Juta)
GHP	<i>Good Handling Practice</i> (Amalan Pengendalian Baik)

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dirakamkan kepada Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA) atas sokongan padu dalam pembangunan dan penerbitan *Modul Asas Sistem Akuaponik: Integrasi Akuakultur dan Hidroponik untuk Pertanian Mampan*. Modul ini tidak akan dapat direalisasikan tanpa komitmen berterusan pihak universiti dalam memperkasa pendidikan komuniti dan kelestarian pertanian moden.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kementerian Kewangan Malaysia atas penyaluran Geran Pendayaupayaan Komuniti @UniMadani CDU240202, yang telah menjadi pemangkin utama kepada pelaksanaan projek *Transformasi Sistem Akuaponik Komuniti: Pendidikan, Latihan dan Inovasi Keusahawanan Sosial*. Geran ini telah membuka ruang kepada kerjasama strategik dengan komuniti setempat dan institusi pendidikan dalam menjayakan pendekatan pertanian lestari.

Kami turut merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Jaringan Industri & Masyarakat UMPSA (PJIM) serta Program Komuniti@UniMADANI atas peranan aktif mereka dalam menyelaraskan hubungan antara universiti dan komuniti, serta menyediakan platform pembiayaan dan penglibatan yang konstruktif sepanjang tempoh pelaksanaan modul dan projek ini.

Kami turut merakamkan penghargaan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung, termasuk tenaga pengajar, fasilitator lapangan, rakan industri, pentadbir projek, serta komuniti pelaksana yang telah bersama-sama menyumbang idea, masa dan tenaga sepanjang penyediaan modul ini.

Semoga usaha bersepadu ini akan terus memberi manfaat kepada masyarakat dan menjadi asas kepada perkembangan lebih meluas sistem akuaponik di Malaysia – bukan sekadar sebagai alternatif pertanian, tetapi sebagai ejen perubahan sosioekonomi dan alam sekitar.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan izin-Nya, *Modul Asas Sistem Akuaponik: Integrasi Akuakultur dan Hidroponik untuk Pertanian Mampan* ini berjaya disiapkan. Modul ini dirangka khusus bagi menjadi panduan asas dan praktikal kepada pelbagai lapisan pengguna sama ada pelajar, komuniti, petani bandar, mahupun pengusaha kecil yang ingin meneroka bidang pertanian moden berasaskan air.

Penyediaan modul ini bertujuan memperkasakan pengetahuan dan kemahiran asas dalam sistem akuaponik, yang kini semakin relevan sebagai solusi lestari terhadap isu keselamatan makanan, penggunaan air yang cekap, serta pemeriksaan ekonomi komuniti. Sistem akuaponik yang menggabungkan penternakan ikan dan penanaman sayuran tanpa tanah merupakan pendekatan inovatif yang mampu memberikan hasil dua dalam satu secara cekap dan mesra alam.

Modul ini merangkumi kandungan teori dan amali yang disusun secara sistematik, meliputi asas komponen sistem, pemilihan ikan dan tanaman sesuai, kawalan kualiti air, pengurusan kos, serta penghasilan produk hiliran seperti ikan pekasam. Pendekatan ini diharap dapat memberikan manfaat yang menyeluruh serta membuka ruang ke arah pertanian moden yang mampan dan berdaya saing.

Setinggi-tinggi penghargaan dirakamkan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penerbitan modul ini, khususnya kepada Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA), serta komuniti yang menjadi rakan kolaborasi lapangan. Semoga modul ini menjadi rujukan berguna serta memberi impak positif kepada pengguna, masyarakat dan industri secara keseluruhannya.

PENDAHULUAN

Pertanian mampan kini menjadi antara agenda penting dalam menangani isu keselamatan makanan, pengurangan penggunaan air, dan pencemaran alam sekitar. Dalam konteks ini, sistem akuaponik telah muncul sebagai satu kaedah inovatif dan mesra alam yang menggabungkan dua teknologi utama akuakultur (penternakan ikan) dan hidroponik (penanaman tanpa tanah) dalam satu sistem kitaran tertutup yang saling melengkapi.

Modul ini dibangunkan sebagai bahan rujukan komprehensif dan praktikal bagi memperkenalkan asas-asas sistem akuaponik kepada pelbagai kumpulan sasaran, termasuk pelajar, komuniti luar bandar, pengusaha mikro, serta pendidik dan penyelidik. Kandungan modul merangkumi aspek teori, teknikal, serta aplikasi lapangan yang disesuaikan berdasarkan pengalaman sebenar pelaksanaan projek komuniti di Paya Bungor dan SMK Gambang, dengan sokongan Geran UniMadani.

Dengan pendekatan mesra pengguna serta ilustrasi yang jelas, modul ini diharap dapat menjadi pemangkin kepada penyebaran ilmu pertanian moden berasaskan air serta menggalakkan pembangunan sistem akuaponik sebagai satu cabang keusahawanan sosial yang mampan dan memberi impak kepada masyarakat setempat.

Modul ini boleh digunakan secara sendiri mahupun dalam sesi latihan formal dan bengkel komuniti, dan sangat sesuai untuk digunakan oleh pelatih TVET, guru sekolah, usahawan tani dan organisasi bukan kerajaan (NGO) yang ingin memperkenalkan akuaponik dalam program mereka.

BAB 1

LATAR BELAKANG MODUL

1.1 Pengenalan kepada Akuaponik

Akuaponik ialah satu sistem pertanian moden yang menggabungkan dua komponen utama iaitu **penternakan ikan** dan **penanaman sayur tanpa tanah** dalam satu sistem bersepadu. Dalam sistem ini, air yang mengandungi sisa buangan daripada ikan dialirkan ke bahagian tanaman untuk membekalkan nutrien kepada sayur-sayuran. Akar tanaman pula membantu membersihkan air tersebut sebelum ia kembali semula ke dalam tangki ikan. Sistem akuaponik kini semakin mendapat perhatian kerana ia mampu menjimatkan ruang, air dan tenaga, serta menghasilkan dua jenis sumber makanan dalam satu sistem yang efisien dan mesra alam.

1.2 Konsep Gabungan Penternakan Ikan dan Tanaman

Sistem akuaponik menggabungkan dua teknologi utama iaitu:

- **Penternakan ikan (akuakultur):** Ikan seperti tilapia, keli, lampam, atau patin dipelihara dalam tangki atau kolam khas. Sisa najis ikan dan lebihan makanan akan menghasilkan bahan buangan seperti ammonia.
- **Penanaman tanpa tanah (hidroponik):** Sayur-sayuran seperti kangkung, bayam, sawi, dan salad ditanam menggunakan bahan media seperti batu kerikil, sabut kelapa atau span khas. Akar tanaman menyerap air yang kaya dengan nutrien daripada sisa ikan.

Dalam sistem ini, bakteria semula jadi akan menukarkan bahan buangan ikan kepada bentuk nutrien yang boleh diserap oleh tanaman. Proses ini menjadikan sistem akuaponik sebagai satu kitaran semula jadi yang seimbang dan berkesan (Rajah 1).

BAB 2

KOMPONEN UTAMA SISTEM AKUAPONIK

Sistem akuaponik terdiri daripada beberapa komponen penting yang perlu berfungsi secara bersepadu bagi memastikan kejayaan sistem ini. Setiap komponen memainkan peranan khusus dalam menyokong pertumbuhan ikan dan tanaman secara serentak.

2.1 Tangki Ikan

Tangki ikan ialah tempat di mana ikan dipelihara dan menjadi sumber utama nutrien dalam sistem akuaponik. Saiz tangki bergantung kepada jumlah ikan yang ditanam dan ruang yang tersedia.

Ciri-ciri penting tangki ikan:

- Diperbuat daripada bahan tahan air seperti kanvas, plastik, gentian kaca atau konkrit.
- Tangki kanvas merupakan pilihan popular kerana harganya lebih murah, ringan, mudah dipasang dan dialih. Ia sangat sesuai untuk projek komuniti, sekolah dan penggunaan berskala kecil.
- Mempunyai saluran masuk dan keluar air yang sesuai untuk memastikan aliran air sistematik.
- Mudah dibersihkan dan diselenggara secara berkala.
- Tidak bocor dan tidak melepaskan bahan toksik ke dalam air, bagi memastikan kesihatan ikan dan tanaman terpelihara.

BAB 3

NUTRISI DAN KEPERLUAN MAKANAN

Sistem akuaponik yang berfungsi dengan baik memerlukan keseimbangan antara nutrien, makanan ikan dan kualiti air. Nutrien bukan sahaja penting untuk pertumbuhan tanaman, malah kesihatan ikan dan bakteria baik juga bergantung kepada pengurusan nutrien yang baik dalam sistem.

3.1 Jenis Makanan Ikan

Makanan ikan ialah sumber utama nutrien dalam sistem akuaponik. Sisa makanan dan najis ikan akan diuraikan menjadi nutrien yang boleh digunakan oleh tanaman.

Jenis makanan ikan yang biasa digunakan:

- Palet komersial – lengkap dengan protein, lemak, dan vitamin; mudah didapati dan sesuai untuk pelbagai jenis ikan.
- Cacing, larva atau serangga kecil – untuk variasi pemakanan dan pertumbuhan cepat.

Kadar pemberian makanan:

- Diberi dengan kadar satu hingga dua kali sehari.
- Elakkan memberi berlebihan kerana lebih makanan akan menjejaskan kualiti air.

3.2 Kepentingan Nutrien dalam Sistem

Dalam akuaponik, nutrien utama diperoleh daripada sisa ikan dan proses biologi dalam air. Tanaman memerlukan pelbagai nutrien makro dan mikro seperti:

- Nitrogen (N) – penting untuk pertumbuhan daun.
- Fosforus (P) – membantu perkembangan akar dan bunga.
- Kalium (K) – meningkatkan kekuatan batang dan sistem imun tanaman.
- Kalsium, Magnesium, Zink, Besi, dan lain lain diperlukan dalam jumlah kecil tetapi penting untuk kesihatan keseluruhan tanaman.

Sekiranya tanaman menunjukkan tanda-tanda kekuningan, kerdil atau pertumbuhan perlahan, ia mungkin disebabkan oleh kekurangan nutrien.

BAB 4

REKA BENTUK DAN PEMASANGAN SISTEM

Reka bentuk sistem akuaponik boleh disesuaikan mengikut ruang, bajet dan tujuan. Sistem yang baik mestilah mudah dikendalikan, menjimatkan tenaga dan air serta mampu berfungsi secara berterusan tanpa gangguan besar.

4.1 Reka Bentuk Sistem Mini di Rumah

Sistem mini sesuai untuk kegunaan domestik seperti di halaman rumah, balkoni, atau ruang belakang dapur. Ia bertujuan menyediakan sumber makanan segar seperti sayuran daun dan ikan untuk kegunaan sendiri.

Ciri sistem mini:

- Menggunakan tangki kanvas bersaiz kecil (100–200 liter).
- Bahagian tanaman boleh dibuat menggunakan paip PVC atau bekas plastik bertingkat.
- Digalakkan guna pam kecil dengan kuasa rendah.
- Boleh menggunakan sistem semaian menegak untuk menjimatkan ruang.
- Mudah dipasang dan diselenggara; sesuai untuk pelajar, suri rumah dan warga emas.



Rajah 11: Sistem akuaponik mudah alih

BAB 5

PENJAGAAN DAN PENYELENGGARAAN SISTEM

Penjagaan dan penyelenggaraan yang konsisten ialah kunci kepada kelancaran sistem akuaponik. Walaupun sistem ini tidak memerlukan penjagaan intensif seperti pertanian konvensional, pemantauan berkala tetap diperlukan untuk memastikan kesihatan ikan, tanaman dan keseimbangan sistem.

5.1 Pemantauan Kualiti Air

Kualiti air sangat penting dalam sistem akuaponik kerana air menjadi medium utama bagi pertukaran nutrien dan kehidupan ikan. Kekekapan pemantauan yang dicadangkan adalah seminggu sekali.

Parameter utama yang perlu dipantau:

- **pH air:** Julat ideal antara 6.5 hingga 7.0
- **Ammonia dan Nitrit:** Paras sepatutnya sifar (0 ppm)
- **Nitrat:** Boleh ada dalam paras rendah ke sederhana (<80 ppm)
- **Suhu air:** Sekitar 24°C – 30°C sesuai untuk ikan tropika
- **Oksigen terlarut:** Perlu mencukupi, terutamanya dalam sistem padat

Gunakan alat penguji mudah seperti kit ujian air akuarium atau meter digital.

5.2 Penjagaan Ikan dan Tanaman

Kesihatan ikan dan tanaman perlu diperhatikan setiap hari secara visual.

5.2.1 Tanda-tanda ikan sihat:

- Aktif dan berenang normal
- Selera makan baik
- Tidak kelihatan tanda luka, bintik putih atau kelakuan ganjil

5.2.2 Penjagaan tanaman:

- Perhatikan warna daun – daun kuning mungkin tanda kekurangan nutrien
- Potong daun rosak untuk elakkan penyakit merebak
- Elakkan tanaman terlalu rapat untuk pastikan pengudaraan yang baik

BAB 6

KOS PENGURUSAN DAN PULANGAN

Sistem akuaponik, walaupun memerlukan pelaburan awal, sistem ini berpotensi memberikan pulangan jangka panjang dari segi penghasilan makanan segar, penjimatan air dan sumber pendapatan tambahan. Pemahaman mengenai kos dan pulangan penting bagi merancang sistem berskala kecil mahupun besar.

6.1 Anggaran Kos Permulaan

Kos permulaan bergantung kepada saiz sistem, jenis bahan digunakan, dan skop pelaksanaan (rumah, sekolah, komuniti). Berikut ialah contoh anggaran kos sistem mini (rumah/skala kecil):

Jadual 3: Anggaran Kos Sistem Mini (Rumah/Skala Kecil)

Komponen	Anggaran Kos (RM)
Tangki ikan (kanvas 200L)	150
Penapis mekanikal & biologi	100
Pam air dan paip PVC	120
Rak tanaman & paip tanaman	150
Benih ikan (100 ekor)	30
Anak benih sayur	20
JUMLAH ANGGARAN	570

Kos boleh dikurangkan dengan menggunakan bahan terpakai atau hasil DIY.

BAB 7

BONUS – PRODUK HILIRAN: IKAN PEKASAM

Salah satu kelebihan sistem akuaponik ialah hasil ikan boleh diolah kepada produk hiliran yang mempunyai nilai tambah dan jangka hayat lebih panjang. Ikan pekasam merupakan contoh produk tradisional yang sesuai untuk dijadikan pilihan hiliran – terutamanya bagi ikan air tawar seperti tilapia dan lampam.



Rajah 14: Contoh Ikan Pekasam

7.1 Pengenalan kepada Ikan Pekasam

7.1.1 Definisi dan Pengenalan Produk Hiliran

Ikan pekasam ialah sejenis makanan yang diperam menggunakan garam, asam keping dan beras goreng tumbuk. Proses ini membolehkan ikan disimpan lebih lama dan memberi rasa masam-masin yang digemari ramai.

RUJUKAN

- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome: FAO. <https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture*. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 454.
- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K., & Thompson, R. E. (2014). *An international survey of aquaponics practitioners*. PloS one, 9(7), e102662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>
- Lennard, W. A. (2012). *Aquaponics – The Basics: A Simple Guide to Aquaponic Systems and How to Build Them*. Aquaponic Solutions, Australia.
- Tyson, R. V., Treadwell, D. D., & Simonne, E. H. (2011). *Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems*. HortTechnology, 21(1), 6–13. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.6>
- Endut, A., Jusoh, A., Ali, N., Wan Nik, W. B., & Hassan, A. (2010). *A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculating aquaponic system*. Bioresource Technology, 101(5), 1511–1517.
- Nelson, R. (2008). *Aquaponic Food Production: Raising Fish and Plants for Food and Profit*. Nelson and Pade, Inc.
- Palm, H. W., Knaus, U., Appelbaum, S., Goddek, S., Strauch, S. M., Vermeulen, T., ... & Kotzen, B. (2018). *Towards commercial aquaponics: a review of systems, designs, and practices*. Aquaponics Food Production Systems. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92375-3_3
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>
- Malaysian Standard Department. (2021). *MS 2630: Aquaculture – Good Aquaculture Practice (MyGAP) for Aquaponics*. Department of Standards Malaysia.

BIODATA PENULIS



Dr. Mohd Aizudin Abd Aziz merupakan pensyarah kanan di Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kimia dan Proses, Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA). Beliau memperoleh Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Kimia dari UMPSA, Sarjana dari Swansea University, dan Ijazah Doktor Falsafah (Ph.D.) dalam Kejuruteraan Kimia dari University of Nottingham, United Kingdom. Beliau berpengalaman luas dalam penyelidikan berkaitan kitar semula bahan buangan, pembangunan produk lestari dan sistem pertanian pintar, khususnya yang melibatkan bahan berasaskan sisa industri dan pelincir mesra alam. Dalam usaha mendekatkan teknologi kepada komuniti, beliau mengetuai beberapa projek transformasi sistem akuaponik komuniti di kawasan Paya Bungor dan Sekolah Menengah Kebangsaan Gambang dengan sokongan Geran Pendayaupayaan Komuniti@UniMadani. Projek-projek ini memberi tumpuan kepada pemindahan teknologi, latihan kemahiran praktikal, serta pemupukan keusahawanan sosial dalam kalangan masyarakat luar bandar dan pelajar sekolah. Sistem akuaponik yang dibangunkan juga berfungsi sebagai platform pendidikan, penjana pendapatan dan sokongan kepada keselamatan makanan komuniti.



Dr. Mohd Johari Kamaruddin pensyarah kanan di Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Tenaga serta penyelidik bersama di Pusat Tenaga Hidrogen, Institut Tenaga Masa Hadapan, Universiti Teknologi Malaysia (UTM). Beliau memiliki Ijazah Kedoktoran (Ph.D) dalam Kejuruteraan Kimia dari University of Nottingham, United Kingdom, serta Ijazah Sarjana dan Sarjana Muda dalam bidang yang sama dari UTM. Penyelidikan Dr. Johari tertumpu kepada kelestarian alam sekitar, pemanfaatan sisa, tenaga boleh baharu, dan teknologi pemprosesan lanjutan. Beliau telah mengetuai dan terlibat dalam lebih 30 buah projek penyelidikan berkaitan sistem akuaponik, penghasilan biogas dan penambahnilaian biojisim, serta proses industri menggunakan bantuan gelombang mikro. Kajian beliau menghubungkan asas kejuruteraan kimia dengan aplikasi sebenar dalam bidang penjana tenaga daripada sisa, pengeluaran makanan lestari, dan kejuruteraan sumber bio. Beliau telah menghasilkan pelbagai laporan teknikal, menyelia pelajar pascasiswazah di peringkat Sarjana dan Ph.D, serta aktif menyumbang dalam inisiatif

Modul Asas Sistem Akuaponik:
Integrasi Akuakultur dan Hidroponik untuk Pertanian Mampan

penyelidikan translasional melalui pembiayaan geran institusi dan kebangsaan. Kepakaran beliau turut merangkumi pembangunan sistem integrasi akuakultur-hidroponik, teknologi *biofloc*, dan pencirian bahan dielektrik bagi pemprosesan tenaga yang lebih cekap. Dengan portfolio penyelidikan yang kukuh merangkumi kelestarian dan inovasi industri, Dr. Johari terus menyumbang secara signifikan kepada agenda teknologi hijau dan ekonomi kitaran di Malaysia.

INDEKS

A

Akuaponik 7, 8, 10
Ammonia 21
Aliran air 8, 16

B

Bakteria nitrifikasi 5, 12
Batu kerikil 1, 6

C

Clay pebbles 6
Cocopeat 6

D

DO (oksigen terlarut) 8, 19, 21

E

Ekosistem 2, 17

G

Garam (penapaian ikan) 40

H

Hasil tanaman 7
Hidroponik 1, 36

I

Ikan keli 8
Ikan tilapia 24
Ikan patin 9

K

Kesum 10
Kekuningan 11, 21
Kitaran nitrogen 12, 17
Kos pengurusan 23
Kualiti air 16, 19

M

Media tanaman 7, 20

N

Nitrat 12, 19
Nitrit 12, 19

P

Pekasam 25, 26, 28
Paip PVC 6, 16, 23
Pam air 7, 16, 21
Pam udara 8, 21
pH air 19
Penyelenggaraan sistem 9, 19

S

Sabut kelapa 1, 6
Saluran air (SLO) 5
Suhu air 12, 19, 20
Semaian menegak 15
Sisa ikan 1, 11
Span pertanian 6

T

Tangki ikan 3, 7, 16, 20
Tomato 10

MODUL ASAS **SISTEM** **AKUAPONIK**

**INTEGRASI AKUAKULTUR DAN HIDROPONIK
UNTUK PERTANIAN MAMPAN**

Modul Asas Sistem Akuaponik: Integrasi Akuakultur dan Hidroponik untuk Pertanian Mampun merupakan panduan praktikal yang komprehensif untuk sesiapa sahaja yang ingin memulakan atau memahami sistem akuaponik moden. Dengan penyusunan secara sistematik berdasarkan pengalaman lapangan dan penyelidikan terkini, modul ini merangkumi komponen asas sistem akuaponik, pemilihan ikan dan tanaman yang sesuai, penjagaan kualiti air, pengurusan kos serta penghasilan produk hiran seperti ikan pekasam. Modul ini juga mengetengahkan aplikasi sebenar melalui projek komuniti di Paya Bungor dan SMK Gambang, menjadikannya rujukan yang relevan untuk pelajar, komuniti, pendidik serta pengusaha mikro dalam bidang pertanian lestari.

Modul yang diperkaya dengan infografik, jadual dan panduan langkah demi langkah ini bukan sahaja sesuai untuk pembelajaran di bilik darjah dan bengkel latihan, tetapi juga sebagai rujukan utama dalam usaha memperkasakan keusahawanan sosial berasaskan makanan dan inovasi hijau.

Amat sesuai dimiliki oleh:

- ✔ Pelajar sekolah, kolej dan universiti
- ✔ Pengusaha komuniti dan pertanian bandar
- ✔ Guru, pensyarah, jurulatih TVET dan NGO pertanian
- ✔ Sesiapa sahaja yang berminat dalam pertanian mampun

