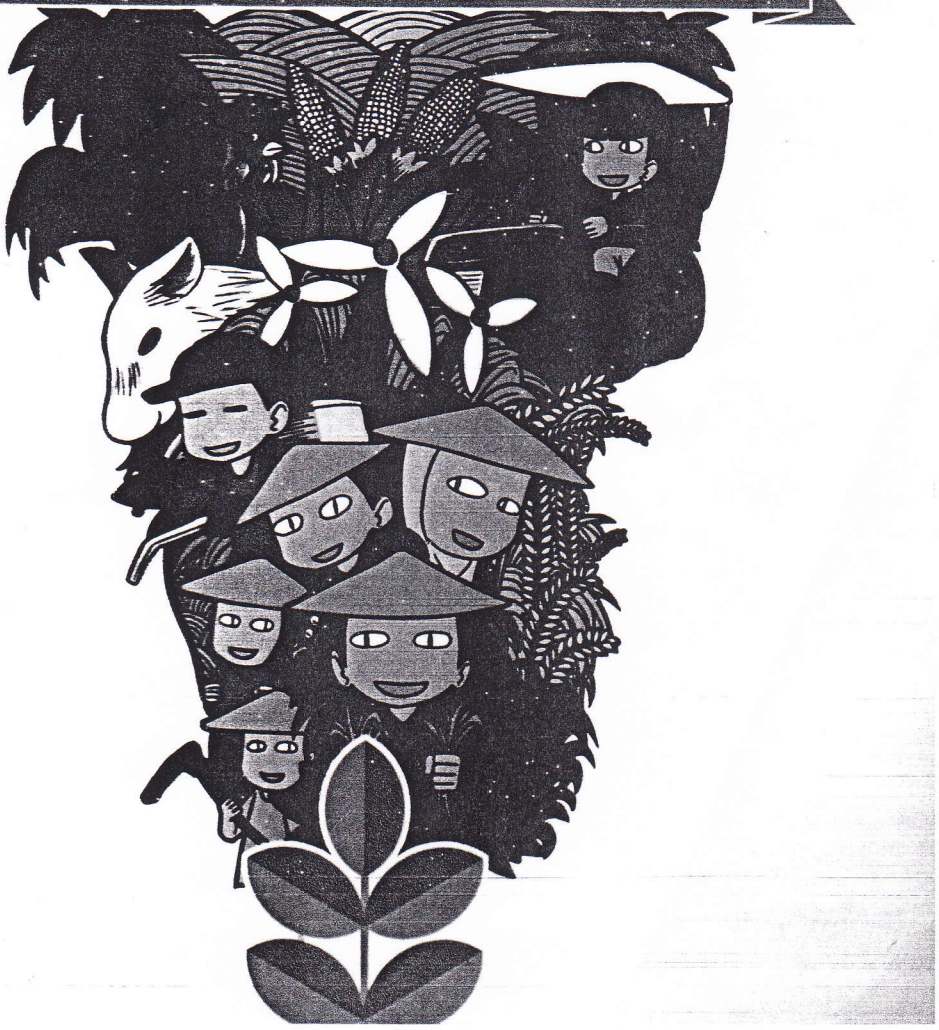
. Pemikiran Guru Besar IPB .

IPB Press

Tantangan Generasi Muda

dalam Pertanian, Pangan, dan Energi



TANTANGAN GENERASI MUDA

DALAM PERTANIAN, PANGAN, DAN ENERGI

Pemikiran Guru Besar IPB

Editor:

Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan

Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi

Penerbit IPB Press

Kampus IPB Taman Kencana,

Kota Bogor - Indonesia

C.1/09.2015

Judul Buku:

Tantangan Generasi Muda dalam Pertanian, Pangan, dan Energi
Pemikiran Guru Besar IPB

Editor:

Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan
Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi

Associate Editor:

Dr. Berry Juliandi, M.Si.
Saleha Juliandi, M.Si.

PANITIA AD HOC PENYUSUNAN BUKU TANTANGAN GENERASI MUDA DALAM PERTANIAN, PANGAN, DAN ENERGI

Penanggung Jawab:

1. Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto (Ketua Dewan Guru Besar IPB)
2. Prof. Dr. Ir. Muh Yusram Massijaya (Sekretaris Dewan Guru Besar IPB)
3. Pimpinan Komisi B
   a. Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin
   b. Prof. Dr. Ir. Evy Damayanti

Ketua : Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan
Sekretaris : Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi
Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin
2. Prof. Dr. Ir. Memen Surachman
3. Prof. Dr. Ir. Damayanti Buchori
4. Prof. Dr. drh. Bambang Pontjo
5. Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali
6. Prof. Dr. Ir. Purwiyatno Hariyadi
7. Prof. Dr. drh. Clara Meliantі Kusharto

Sekretariat : 1. M. Ridha Alfarabi Istiqlal, MSi.
2. Lilis Prihatini
3. Wahyu

Penata Bahasa:

Dwi M Nastiti, Yoni Elviandri

Desain Sampul:

Ardhya Pratama

Penata Isi:

Ikrar Bey Khubaib, Army Trihandi Putra, Ardhya Pratama

Ilustrasi Sampul dan Isi:

Army Trihandi Putra

Korektor:

Dini Ayu Lestari, Gani Kusmadi

Jumlah Halaman:

356 + 8 halaman romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan I, Oktober 2015

PT Penerbit IPB Press
Anggota IKAPI
Kampus IPB Taman Kencana
Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com

ISBN: 978-979-493-864-5

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia
Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2015, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh
isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar
Ketua Dewan Guru Besar IPB

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT bahwa penulisan buku Tantangan Generasi Muda dalam Pertanian, Pangan, dan Energi ini akhirnya dapat diselesaikan. Buku ini merupakan karya para Guru Besar IPB untuk menggugah generasi muda Indonesia agar mencintai pertanian dan selanjutnya mau membangun Indonesia menjadi bangsa yang unggul di bidang pertanian.

Pertanian menjadi pilar penting penyediaan pangan bagi bangsa kita. Kurangnya perhatian serius terhadap sektor pertanian akan mengakibatkan semakin besarnya ketergantungan pangan kita pada impor dari negara-negara lain. Oleh karena itu, harus ditanamkan kepada generasi muda Indonesia bahwa kita bisa sejahtera dengan membangun pertanian. Pertanian juga dapat berperan dalam menyediakan sumber energi nabati seperti biodiesel yang saat ini masih sangat minim pemanfaatannya.

Indonesia sangat beruntung karena memiliki sumber daya pertanian yang luas. Meskipun lahan subur lebih banyak terkonsentrasi di Jawa, tetapi lahan-lahan di luar Jawa tetap dapat dimanfaatkan secara ekstensif dan berpotensi sebagai sumber pangan yang dapat diandalkan. Sementara itu, sumber daya kelautan juga cukup menjanjikan untuk penyedia pangan dan sekaligus dapat menjadi sumber devisa untuk komoditas ekspor.

Langkah untuk menjadi negara maju adalah dengan mendorong negara kita untuk menjelma menjadi negara industri, tetapi dalam waktu bersamaan juga memperkuat sektor pertanian. Dengan demikian, ketahanan pangan dan kesejahteraan bangsa kita akan lebih mudah untuk diwujudkan.

Generasi muda Indonesia mempunyai peran penting untuk menjadikan bangsa kita sebagai bangsa yang duduk sama rendah dan berdiri sama tinggi dengan bangsa-bangsa lain di dunia. Hal ini hanya mungkin bila negeri kita ini dapat menjadikan rakyatnya sejahtera dan SDM-nya berkualitas. Pertanian

jangan lagi dikonotasikan dengan kemiskinan. Pertanian Indonesia harus bangkit dan menjadi *soko guru* untuk membangun kesejahteraan rakyat.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada para Guru Besar IPB yang telah memberikan kontribusi tulisan atau artikel dalam buku ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim editor yang telah bekerja keras melakukan proses penyuntingan sehingga penulisan buku ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Semoga bermanfaat.

Bogor, Agustus 2015

Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto

Daftar isi

Kata Pengantar: Ketua Dewan Guru Besar IPB ..... **v**
Daftar Isi ..... **vii**

Bagian 1 Sejarah dan Peran Pertanian dalam Pembangunan

1. Sejarah Pertanian Indonesia 3
2. Perdagangan dan Daya Saing Produk Pertanian Indonesia dalam ASEAN Economic Community 2015 19
3. Pengarusutamaan Pertanian: Kacamata Ekonomi 41

Bagian 2 Pangan

1. Kebutuhan Pangan dan Sistem Produksinya 63
2. Tumbuhan sebagai Satu-satunya Penyedia Energi Primer untuk Kehidupan Manusia 85
3. Peran Pertanian dalam Penyediaan Pangan dan Energi: Sekarang dan Masa Depan 99
4. Pertanian dalam Arti Luas 109
5. Pemuda dan Pengindustrian Aneka Pangan Lokal: Fondasi Kedaulatan Pangan yang Kokoh 125

Bagian 3 Revolusi Pertanian

1. Revolusi Pertanian dan Revolusi Hijau 139
2. Revolusi Biru 157
3. Pertanian Masa Depan 167

Bagian 4 Energi

1. Kebutuhan Energi Nasional (Orientasi ke Tahun 2030) 181
2. Pertanian sebagai Penghasil Bioenergi 187
3. Peningkatan Nilai Tambah Tanaman Penghasil Bioenergi 201

Bagian 5 Lingkungan

1. Peran Pertanian Menjaga Sumber Daya Alam dan Lingkungan 215
2. Rekayasa Lingkungan pada Pertanian Perkotaan dan Budi Daya Tanpa Tanah 231
3. Pertanian dan Lingkungan Hidup: Penyelarasan Prinsip-prinsip Pertanian untuk Keamanan Lingkungan 255

Bagian 6 Inovasi di Bidang Pertanian

1. Inovasi: Kunci Penyediaan Pangan dan Energi Masa Depan 269
2. Teknologi Modern dalam Pertanian 279
3. Revolusi Bioteknologi 287
4. Revolusi Nanoteknologi untuk Pertanian 299

Bagian 7 Generasi Muda

1. Pendidikan Pertanian Kini dan Masa Depan 315
2. Peran Generasi Muda dalam Pertanian 327
3. Pahlawan Kepeloporan Pengembangan Pertanian 347

Profil Editor 353

Bagian 4 Energi

1. Kebutuhan Energi Nasional (Orientasi ke Tahun 2030) 181
2. Pertanian sebagai Penghasil Bioenergi 187
3. Peningkatan Nilai Tambah Tanaman Penghasil Bioenergi 201

Bagian 5 Lingkungan

1. Peran Pertanian Menjaga Sumber Daya Alam dan Lingkungan 215
2. Rekayasa Lingkungan pada Pertanian Perkotaan dan Budi Daya Tanpa Tanah 231
3. Pertanian dan Lingkungan Hidup: Penyelarasan Prinsip-prinsip Pertanian untuk Keamanan Lingkungan 255

Bagian 6 Inovasi di Bidang Pertanian

1. Inovasi: Kunci Penyediaan Pangan dan Energi Masa Depan 269
2. Teknologi Modern dalam Pertanian 279
3. Revolusi Bioteknologi 287
4. Revolusi Nanoteknologi untuk Pertanian 299

Bagian 7 Generasi Muda

1. Pendidikan Pertanian Kini dan Masa Depan 315
2. Peran Generasi Muda dalam Pertanian 327
3. Pahlawan Kepeloporan Pengembangan Pertanian 347

Profil Editor 353

Rekayasa Lingkungan pada Pertanian Perkotaan dan Budi Daya Tanpa Tanah

Hadi Susilo Arifin
Guru Besar Departemen Arsitektur Lanskap
Fakultas Pertanian, IPB

1. Pendahuluan (Mengenal Kegiatan Pertanian)

Pertanian adalah aktivitas manusia dalam budi daya untuk memanen energi matahari melalui proses fotosintesis. Dapurnya ada di butir hijau daun (klorofil) yang mengolah karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) menjadi karbohidrat. Pertanian ini menjadi penting karena kegiatannya menghasilkan produk-produk sebagai kebutuhan utama manusia yang disebut sebagai kebutuhan primer. Produk energi tersebut dimanfaatkan oleh manusia menjadi bahan pangan, sandang, dan papan. Melalui rantai pangan maka kegiatan petanian menjadi kait-mengkait dari tanaman, hewan, ikan, dan manusia. Bagi kita, manusia sendiri dalam kehidupan paling modern sekali pun dengan peralatan teknologi informasi dan *gadget* yang serba canggih, sering kali memiliki ketergantungan yang sangat tinggi pada peralatan dan sarana-prasarana tersebut. Namun sebenarnya, jika kita tanpa memilikinya, kita akan masih bisa bertahan hidup selama kita masih bisa makan yang cukup, badan kita memilki pelindung pakaian, serta tempat berteduh sebagai rumah hunian di mana kita bisa tinggal. Pangan, sandang, dan pangan dapat tersedia jika kita menjalankan kegiatan bertani. Oleh karena itu, pertanian

adalah suatu kegiatan yang mulia, kegiatan yang bisa memenuhi kebutuhan utama manusia, sehingga manusia bertenaga, bisa berpikir, bisa berkreasi, dan berkarya.

Permasalahan yang ada saat ini adalah dengan gerak pembangunan yang tinggi maka salah satu dampaknya adalah pada alih fungsi lahan. Perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan ini berdampak pada menurunnya lahan pertanian baik di Pulau Jawa, maupun di kota-kota besar yang berada di luar Pulau Jawa. Wilayah perkotaan pun akan menjadi lebih luas dan lebih banyak. Sementara daerah perdesaan akan berkurang. Rasio penduduk kota dan penduduk desa juga akan berubah. Terjadinya pergeseran jumlah penduduk tersebut dipacu oleh terjadi perubahan sistem pengembangan wilayah desa menjadi kota yang disebut urbanisasi. Juga dipicu oleh gerak industrialisasi. Untuk mengatasi permasalahan tata ruang ini, terutama berkurangnya fisik lahan pertanian, selain diatasi dengan cara konvensional yaitu pembukaan lahan pertanian baru, juga harus diatasi dengan rekayasa tertentu agar produktivitas tetap dipertahankan atau bahkan menjadi lebih tinggi.

Rekayasa bisa dilakukan secara genetik, untuk mendapatkan benih atau bibit unggul. Tujuannya antara lain, yaitu jenis tanaman bisa menghasilkan produktivitas tinggi, frekuensi panen lebih tinggi, memiliki ketahanan terhadap hama-penyakit, tahan terhadap isu-isu bahaya akibat perubahan iklim global, semisal untuk mendapatkan jenis tanaman yang tahan kekeringan, jenis yang tahan terhadap kondisi berair akibat banjir, jenis yang bisa beradaptasi di lingkungan marginal, dan lain sebagainya.

Rekayasa pertanian juga bisa dilakukan dari perspektif spasio-temporal. Dengan berjalannya perubahan waktu, pertanian yang pada umumnya di daerah perdesaan maka di masa depan sudah harus berpikir bahwa perkotaan pun merupakan wilayah potensial bagi pembangunan pertanian yang kita kenal dengan pertanian perkotaan atau "*urban agriculture*". Pertanian perkotaan memiliki karakter yang berbeda dengan pertanian konvensional yang biasa dilakukan di daerah perdesaan. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan kondisi atribut pertanian yang cukup signifikan. Atribut pertanian tersebut antara lain luas lahan, kesuburan tanah, ketersediaan sumberdaya air, daya dukung lingkungan fisik, harga produk pertanian, jarak ke pasar, dan kebiasaan/budaya bertani masyarakatnya. Untuk hal tersebut diperlukan

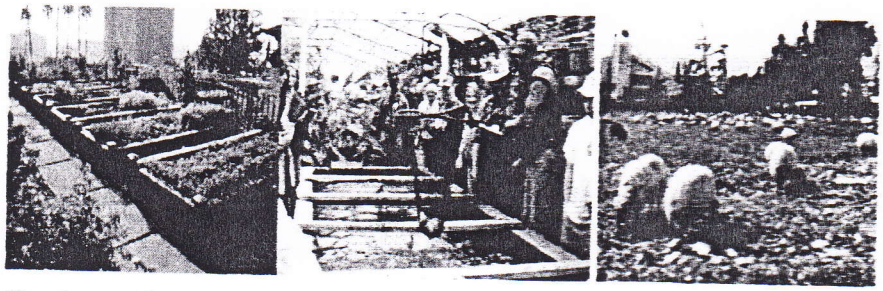
rekayasa pertanian di perkotaan (Tabel 1).

Tabel 1 Atribut pada pertanian perdesaan, pertanian perkotaan, dan rekayasanya

Atribut Pertanian	Pertanian di Perdesaan	Pertanian di Perkotaan	REKAYASA
Lahan	Luas	Sempit	*Vertical*
Tanah	Subur	Kurang Subur	*Soilless based*
Sumber daya air	Berlimpah	Terbatas	*Recycling*
Daya dukung lingkungan	Tinggi	Rendah	Technologi rumah kaca
Harga Produk	Lebih rendah	Lebih tinggi	Kemasan/*packaging*
Jarak ke Pasar	Jauh	Lebih Dekat	Transportasi
Budaya bertani	Tinggi	Rendah	Pendidikan pertanian

2. Pertanian Perkotaan (Rekayasa Ekosistem Kota sebagai Lanskap Produktif)

Pertanian perkotaan *"Urban agriculture"* praktik budi daya tanaman, ternak, atau ikan di dalam lingkungan perkotaan dan sekitarnya. Pertanian perkotaan merupakan praktik pertanian yang terintegrasi ke dalam ekonomi dan ekosistem perkotaan.

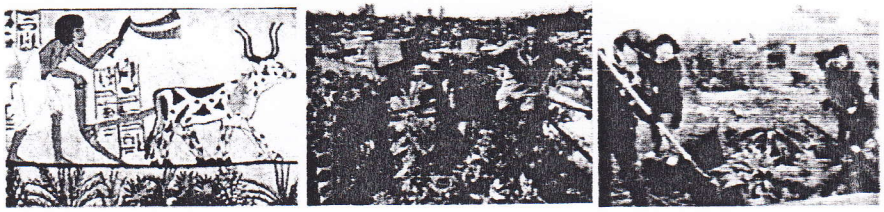


Gambar 1 *Planter box* (kiri) dan kolam gantung (kanan) merupakan bentuk rekayasa dalam pertanian kota untuk mengatasi ketersediaan tanah yang sesuai dan ketersediaan air yang terbatas

Lanskap perkotaan lebih banyak bersifat non-alami, yaitu lanskap yang sudah ada campur tangan manusia sehingga kondisi lingkungan perkotaan akan berbeda dengan lingkungan perdesaan. Beberapa hal yang menjadi

perhatian bahwa karakteristik pertanian perkotaan terkait dengan hal-hal sebagai berikut.

1. Tenaga kerja adalah penduduk kota.
2. Penggunaan sumber daya kota yang khas, antara lain pemanfaatan limbah domestik seperti sampah organik yang bisa diolah sebagai kompos, dan air limbah untuk sumber air irigasi.
3. Posisi kegiatan di perkotaan memiliki keuntungan berhubungan langsung dengan konsumen.
4. Kegiatan pertanian dapat memberi dampak langsung pada ekologi kota, bisa positif dan bisa negatif.
5. Produk segar yang dihasilkan bisa menjadi gaya hidup baru di kota sebagai "*healthy living style*".
6. Adanya persaingan penggunaan lahan untuk berbagai keperluan.
7. Ada pengaruh kebijakan perencanaan dan pengembangan tata-kota.



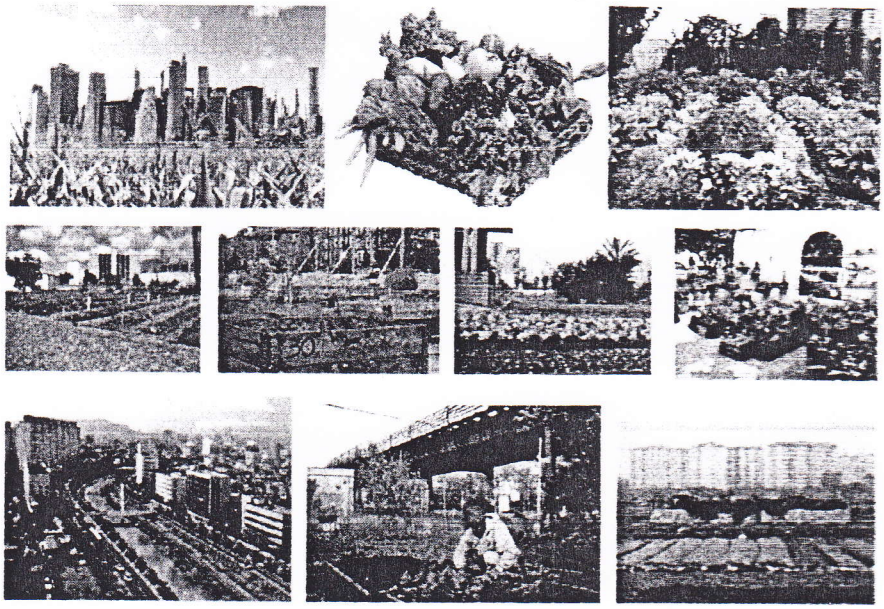
Gambar 2 Pertanian perkotaan sejak dulu (kiri) dan merupakan kegiatan individu (tengah) atau komunitas (kanan)

3. Beberapa Dimensi pada Pertanian Perkotaan

Beberapa faktor pendorong munculnya pertanian perkotaan dapat dilihat dari beberapa aspek, yaitu jenis pelaku/petaninya, jenis lokasinya, jenis produk yang dihasilkannya, jenis kegiatan ekonominya, tujuan produksinya, skala produksi, dan teknologinya yang digunakan.

1. **Jenis Pelaku yang terlibat**: sebagian besar masyarakat yang terlibat adalah masyarakat kota dengan golongan ekonomi menengah ke bawah. Perempuan banyak terkait dengan pengolahan dan pemasaran.

2. **Jenis Lokasi**: di tengah kota atau pinggiran kota, mulai dari pekarangan, kebun campuran, lahan pribadi yang kosong atau terbengkalai, lahan umum seperti taman, pinggiran sungai, sepanjang rel kereta api, dan pinggir jalan raya. Pada lahan semi umum antara lain halaman sekolah, halaman kantor, rumah sakit, dan lain-lain.
3. **Jenis Produk yang dihasilkan**: produk pangan dari tanaman (biji-bijian, umbi, sayuran, jamur dan buah) dan ternak (unggas daging, telor, hias, kelinci, domba, kambing, sapi dan ikan), produk nonpangan (herba dan jamu-jamuan, bahan aroma terapi, tanaman hias, dan lain-lain).
4. **Jenis Kegiatan Ekonomi**: pengolahan dan pemasaran.
5. **Tujuan Produksi**: subsisten dan komersial.
6. **Skala Produksi dan Teknologi**: kecil, sedang, sampai skala usaha besar.



Gambar 3 Pertanian perkotaan banyak memanfaatkan area pekarangan, lahan di sekitar lingkungan milik negara, lahan tidur, lahan terbengkalai, dan ruang-ruang terbuka lainnya termasuk di bawah jalan layang

4. Pertanian Perkotaan (Pekarangan Bergizi)

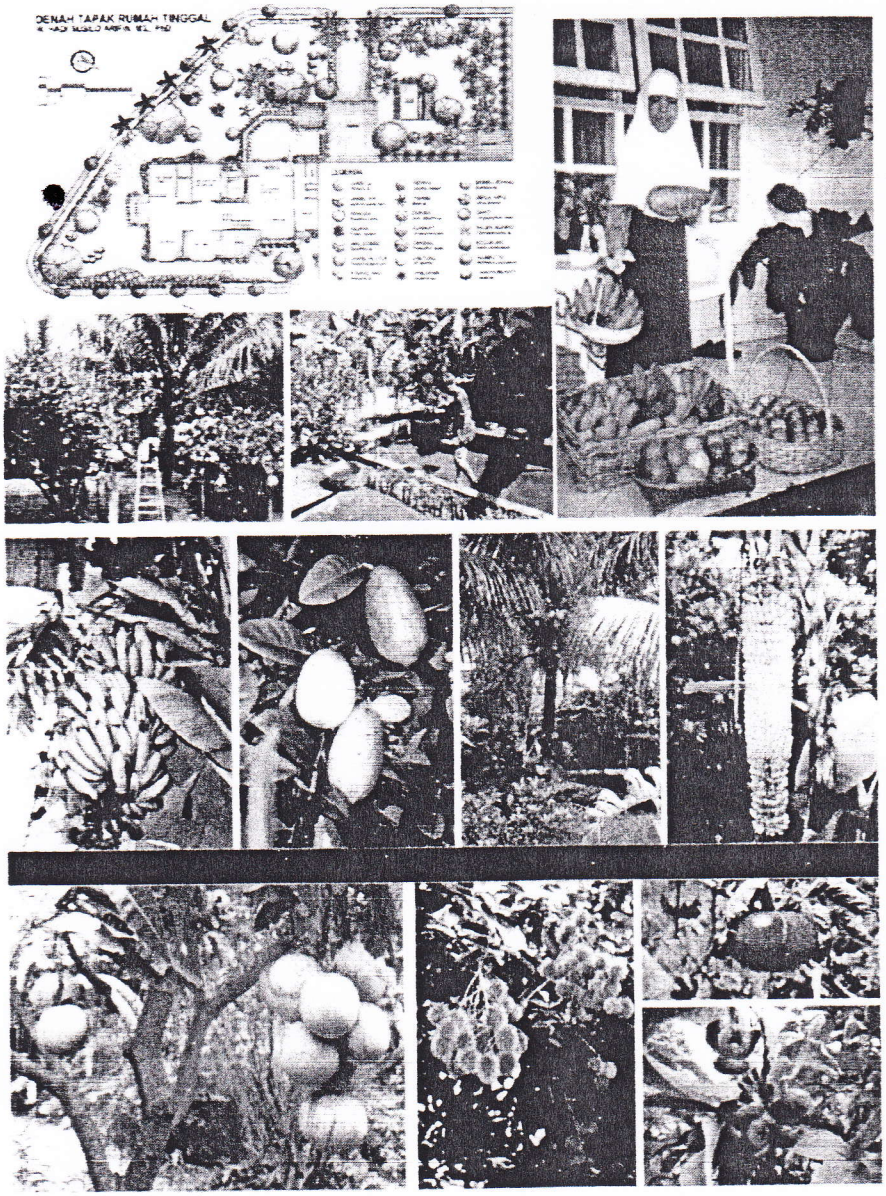
Pekarangan, dari sudut ekologi, merupakan lahan dengan sistem yang terintegrasi dan mempunyai hubungan yang kuat antara manusia sebagai pemilik/penghuninya dengan tanaman, tumbuhan serta ikan, satwa liar, dan hewan yang diternakannya. Sebagai lahan yang berada di sekitar rumah dengan batas dan pemilikan yang jelas, pekarangan merupakan lanskap yang berpotensi sebagai salah satu lahan untuk praktik agroforestri. Selain untuk produksi pertanian, juga mengonservasi keanekaragaman hayati pertanian (Arifin 2013).

Ada hal yang menarik, terutama di Pulau Jawa, pembangunan kota baru serta infrastrukturnya sering kali mengorbankan lahan pertanian. Di lain pihak pada setiap pembangunan perumahan dengan pengembangan sistem horizontal, maka pada setiap unit rumah selalu dirancang agar memiliki ruang terbuka hijau yang dimanfaatkan sebagai pekarangan. Oleh karena itu, sekecil apa pun, jumlah pekarangan akan selalu bertambah sehingga total luasannya pun bertambah. Terdapat 5.132.000 ha pekarangan di Indonesia (BPS 2000), dengan 1.736.000 ha luasan ada di Pulau Jawa dengan ukuran per pekarangan yang sempit (Tabel 1). Pada 2010 total luas pekarangan di Indonesia telah bertambah menjadi 10,3 juta ha (Sankarto 2012). Rata-rata luas tapak pekarangan per rumah tangga semakin sempit (Arifin 1998) yang disebabkan oleh urbanisasi, mahalnya harga lahan, serta adanya fragmentasi lahan karena sistem pewarisan (Arifin *et al.* 1997). Namun, secara agregat total lahan pekarangan bertambah. Oleh karena itu, betapa pentingnya pekarangan diberdayakan sebagai lahan bagi usaha pertanian. Berarti pekarangan merupakan unit lanskap terkecil yang berpotensi dijadikan sebagai lahan usaha tani perkotaan. Rekayasa lingkungan yang dilakukannya yaitu bagaimana

memanfaatkan luas lahan yang sempit untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi. Karena letaknya di perkotaan, maka dapat dilakukan rekayasa pada peningkatan kesuburannya dengan menggunakan bahan pupuk yang ramah lingkungan, atau penanaman dalam wadah pot atau *container* atau *planter box*, dibuat sistem bertanam ke atas secara *vertical*, memilih jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi, dan mengombinasikan jenis tanaman tahunan dan tanaman semusim untuk mendapatkan hasil yang berkelanjutan baik di musim penghujan maupun di musim kemarau. Sesuai dengan kondisi lingkungan dan geografisnya. Jika sumber air cukup maka pekarangan kota juga dapat dilengkapi usaha tani perikanan air tawar. Lebih jauh, rekayasa dengan kolam terpal gantung merupakan usaha tani perikanan yang dapat dilakukan pada wilayah yang memiliki keterbatasan jumlah air, atau jenis tanahnya yang bersifat poros. Pada pekarangan pinggiran kota dengan luasan yang agak besar dapat dilakukan usaha dalam bentuk agroforestri (integrasi tanaman semusim dengan tanaman keras yang bersifat tahunan), agrosilvo-pastural (integrasi tanaman pertanian, tanaman tegakan pohon serta pemeliharaan ternak apakah unggas atau ternak sedang dan besar tergantung luas lahan yang tersedia), atau agro-silvo-fisheri dalam bentuk perpaduan tanaman pertanian pangan, tegakan pohon serta usaha perikanan air tawar (Gambar 4).

Tabel 2 Distribusi luas lahan pekarangan di provinsi-provinsi di Pulau Jawa (BPS 2000)

Provinsi	<100 m^2	100–200 m^2	200–300 m^2	>300 m^2
Jawa Barat–Banten	52,29%	25,00%	8,77%	8,95%
Jawa Tengah	27,50%	27,57%	13,20%	31,73%
Jawa Timur	34,52%	25,83%	13,33%	26,31%
Yogyakarta	33,51%	17,48%	14,61%	34,40%



Gambar 4 Penataan pekarangan sebagai rekayasa bagi usaha pertanian kota di mana secara estetika dihasilkan keindahan lingkungan dan secara fungsional dapat dijadikan sebagai lanskap yang produktif

Rekayasa lingkungan yang dilakukan di pekarangan kota agar menjadi lanskap yang produktif berikut ini.

1. **Keragaman vertikal**, dilakukan dengan cara menghadirkan kombinasi tanaman dengan berbagai ragam ketinggian mulai dari berbagai jenis rumput dan *herbaceous*, semak, perdu hingga pohon tinggi sebagai stratifikasi tanaman (*etagebow*) dalam satu sistem tumpangsari praktik agroforestri. Struktur ini dikelompokkan menjadi 5 strata (Arifin *et al.* 1997; Arifin *et al.* 2010). Strata V adalah pohon tinggi >10 m (kelapa, petai, durian, jengkol, alpukat, salam, petai cina, dan lain-lain); strata IV yaitu pohon kecil/ perdu besar: 5–10 m (mangga, rambutan, jambu air, dan jambu batu); strata III adalah perdu kecil, semak: 2–5 m (jeruk, jeruk nipis, lemon, cerme, belimbing wuluh, belimbing manis, kelor, melinjo, papaya, nangka, pisang, dan lain-lain); strata II adalah semak, herba: 1–2 m (singkong, katuk, kedondongan, puring, mangkokan, cincau, mahkota dewa, jambu kristal, honje, kapolaga, dan lain-lain); dan strata I adalah herba, rumput <1m (sereh, empon-empon, jahe-jahean, talas, nanas, kumis kucing, kana, ganyong, iles-iles, daun poh-pohan, beragam jenis tanaman sayuran semusim seperti tomat, cabe, terong, bawang daun, seledri, dan lain-lain). Keistimewaan struktur tanaman pekarangan dalam multi-strata ini adalah (1) pemanenan matahari yang efisien, sinar matahari yang menerobos ke lapisan lebih bawah tetap dapat ditangkap oleh dedaunan pada kanopi strata yang lebih rendah; (2) penyaringan penetrasi sinar matahari sehingga udara ruangan dalam rumah menjadi lebih sejuk; (3) penyerapan karbon yang lebih baik daripada struktur monokultur pada satu strata tanaman, dan (4) pengendalian erosi tanah lebih baik karena sistem tajuk berlapis dapat menahan jatuhnya butir air hujan secara bertahap. Oleh karena itu, air hujan sampai di permukaan tanah dengan tekanan yang lebih lemah (Arifin 2010). Struktur demikian menyerupai hutan alam.

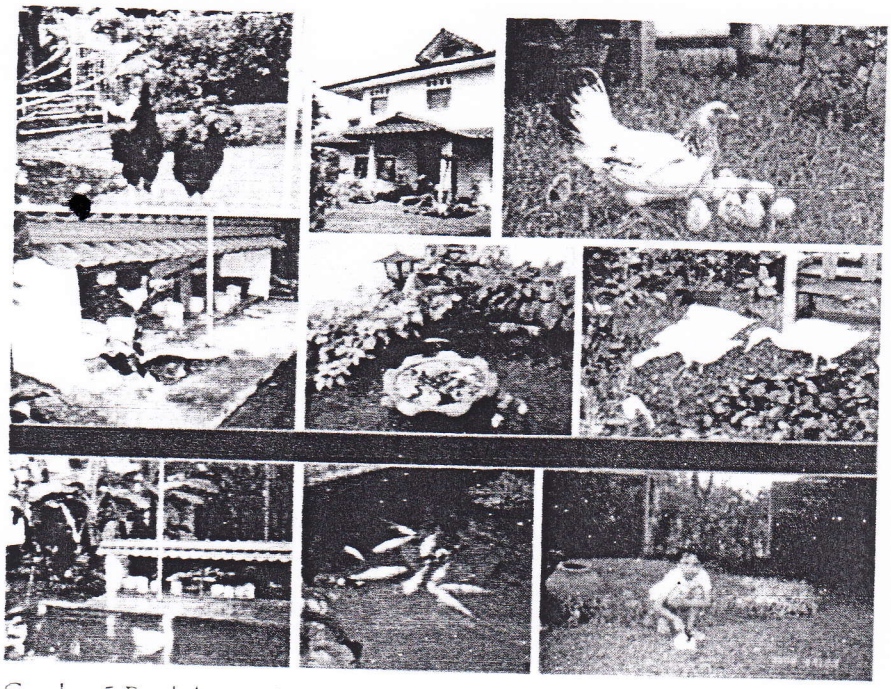
2. **Keragaman Horizontal**

   Rekayasa pekarangan sebagai lahan usaha pertanian perkotaan dapat dimaksimalkan dengan merencanakan struktur komoditas pertanian baik berupa tanaman, ternak maupun ikan secara terpadu. Struktur tanaman pekarangan berdasarkan kegunaan atau fungsinya bagi rumah tangga pemilik pekarangan dikelompokkan menjadi 8 fungsi, yaitu (1) tanaman hias; (2) tanaman buah; (3) tanaman sayuran; (4) tanaman bumbu; (5) tanaman obat; (6) tanaman penghasil pati; (7) tanaman bahan

baku industri; dan (8) tanaman lainnya, seperti penghasil pakan, kayu bakar, bahan kerajinan tangan, dan peneduh (Arifin *et al.* 1997; Arifin 1998; Arifin *et al.* 2012). Keanekaragaman tanaman secara horizontal juga dipandang sebagai keanekaragaman hayati pertanian (*agro-biodiversity*) dalam pekarangan (Arifin and Nakagoshi 2011).

Begitu juga dari keragaman jenis tanamannya, bisa tanaman pangan penghasil pati (seperti singkong, sukun, pisang, talas, dan ubi-ubian lainnya), tanaman buah (misalnya jambu batu, jambu air, sirsak, manga, rambutan, kersen), tanaman sayuran (contohnya tomat, bayam, kangkung, katuk, kelor, melinjo, petai cina, dan jengkol), tanaman bumbu (antara lain cabe merah, cabe rawit, bawang merah, sereh, merica, dan pala), tanaman obat (biasanya kumis kucing, empon-empon dan jahe-jahean, mahkota dewa dan lain sebagainya), tanaman bahan baku industri (yang sering dijumpai adalah cengkeh, kelapa, kopi, kakao, dan rosella), tanaman hias (contohnya melati, kastuba, bougenvillea, kecubung, hanjuang merah, bakung, dan air mata pengantin), serta tanaman lainnya seperti untuk kegunaan peneduh, habitat satwa liar, sumber pakan ternak, penghasil kayu bakar, bahan baku bangunan rumah (yaitu antara lain bambu, gamal, jeunjing, rumput gajah, teratai).

Rekayasa lingkungan untuk mendapatkan keragaman horizontal ini dipengaruhi oleh beragam faktor seperti ekologi, ekonomi, dan budaya. Wilayah Indonesia yang membentang dari barat sampai ke timur memiliki kondisi bio-fisik yang berbeda, iklim yang berbeda sehingga kombinasi struktur tanaman, hewan dan ikan dalam pekarangannya juga berbeda. Wilayah Indonesia Barat yang memiliki curah hujan relatif banyak senantiasa memiliki kolam ikan dalam pekarangannya. Akan tetapi, di beberapa tempat di Indonesia Timur yang curah hujannya relatif rendah, keberadaan ternak lebih dominan dalam pekarangan. Ini menjadi menarik di dalam pengembangan pekarangan (Gambar 5).



Gambar 5 Produk ternak dan ikan dari pekarangan sebagai lanskap produktif sebagai tempat usaha tani di perkotaan

5. Pertanian Perkotaan (Rekayasa Hemat Lahan dan Pertanian Tanpa Tanah)

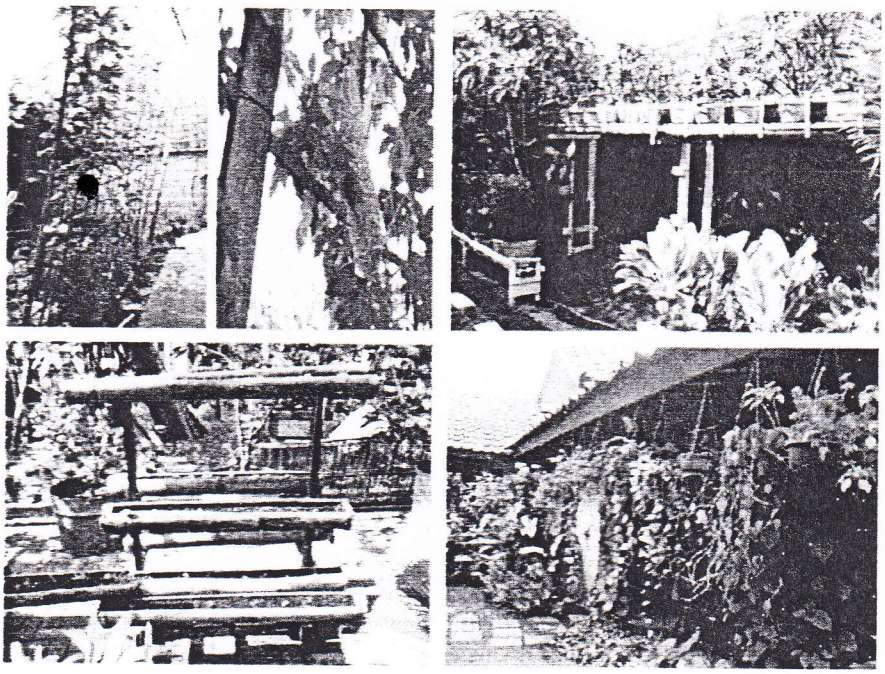
Lahan di perkotaan merupakan aset yang mahal harganya karena memiliki nilai *land rent* yang cukup tinggi. Lahan di perkotaan umumnya digunakan secara intensif untuk tujuan komersial yang memiliki nilai ekonomi besar dan peredaran uang tunai yang tinggi. Oleh karena itu ketika masalah pertanian terutama untuk kecukupan pangan, sandang, dan papan menjadi perhatian kembali, maka tidak ada salahnya melihat lahan perkotaan yang berpotensi dikembangkan sebagai lahan pertanian. Dengan mengacu kondisi bio-fisik perkotaan yang disebutkan di atas, pertanian yang masih berpikir dilakukan pada berbasis lahan yang luas (*landed agriculture*) tidak mungkin bisa diterapkan pada lanskap perkotaan yang serba terbatas. Ke depannya, penggunaan sistem tanam bertingkat ke atas, yang dilakukan secara vertikal adalah bentuk rekayasa dalam penghematan penggunaan lahan. Tentu saja

rekayasa-rekayasa lainnya adalah pengaturan sinar matahari, penggunaan air untuk irigasi, pemberian nutrisi pada tanaman, dan lain sebagainya. Budi daya secara vertical ini tidak hanya untuk tanaman, tetapi ke depan harus dipikirkan untuk budi daya ternak dan ikan sebagai produk pangan sumber protein hewani.

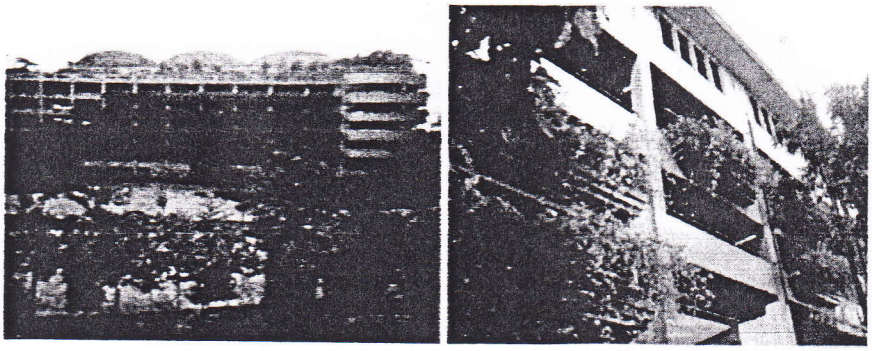
Beragam jenis kegiatan budi daya tanaman secara vertical sebenarnya sudah dikenal sejak jaman dulu dengan adanya "*hanging garden*"di Alhambra. Penggunaan balkon-balkon sebagai taman kita sudah mengenalnya sebagai *balcony garden*, bahkan hingga budi daya tanaman di atas atap yang disebut *green roof garden, green top garden*. Penggunaan jenis tanaman liana atau vine yang berkarakter merambat, ini berpotensi dikembangkan pada lahan yang sempat secara horizontal tetapi punya keluasaan merambat ke atas. Tanaman merambat ini bisa menjadi tabir pengganti gorden sehingga bisa diatur intensitas penetrasi sinar matahari ke dalam ruang. Oleh karena itu, pola ini bisa disebut sebagi *eco-green screen*.

Usaha budi daya tanaman dengan cara vertikal melalui *hanging garden, green roof gardens, green top garden*, dan lain-lain secara umum kita sebut dangan *vertical gardens* dengan sistem budi daya yang disebut dengan *verti-culture*. Adapun definisi *verti-culture* (PIP 2014) adalah sebagai berikut.

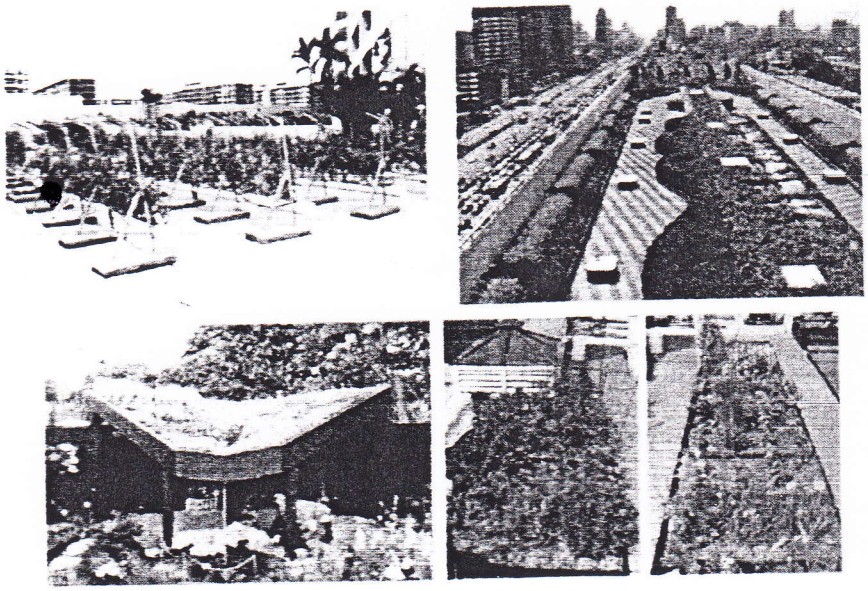
1. Usaha pertanian dengan memanfaatkan semaksimal mungkin ruang dalam pengertian 3 dimensi, di mana dimensi tinggi (vertikal) dieksploitasi sehingga indeks panen per satuan luas lahan dapat dilipatgandakan.
2. Bertanam tanaman dengan media selain tanah pada bak-bak tanaman yang diatur bertangga (***Cascade planting***) --- struktur ***etage bouw*** pada pekarangan.
3. Bertanam dalam pot-pot gantung yang mengisi penuh ruang, yang tahan teduh di bawah dan yang lebih suka panas diletakkan di atas.
4. Bertanam merambatkan pada media jalinan jala, kawat yang bisa menjadi tabir surya bagi satu ruangan disebut ***green screen.***
5. Bertanam di atas atap disebut ***green roof garden.***



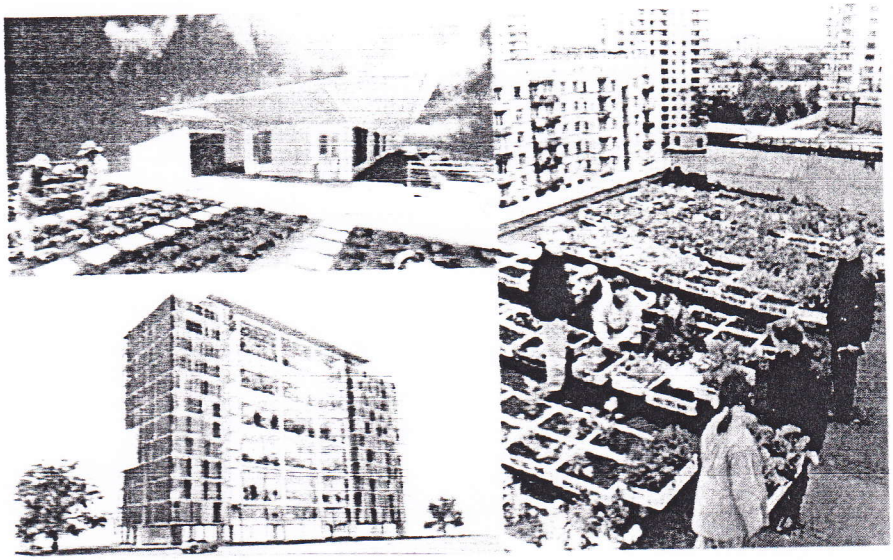
Gambar 6 *Verti culture* dengan ajir bambu dan pipa bambu (kiri), taman atap, dan taman gantung secara sederhana di pekarangan, serta rumah pinggiran kota



Gambar 7 *Roof garden* di Changi Hospital dan di Bejing

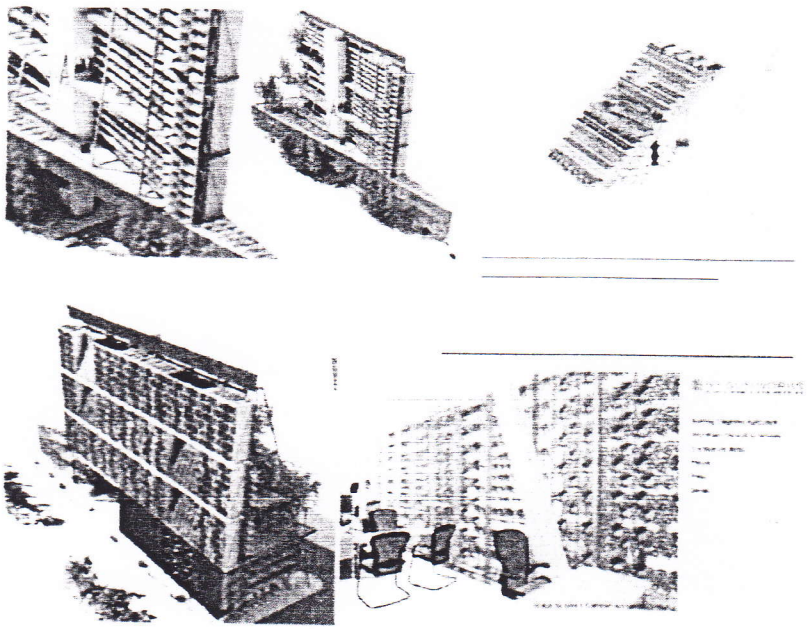


Gambar 8 *Balcony garden* pada bangunan bertingkat, rekayasa pemanenan energi matahari secara efisien

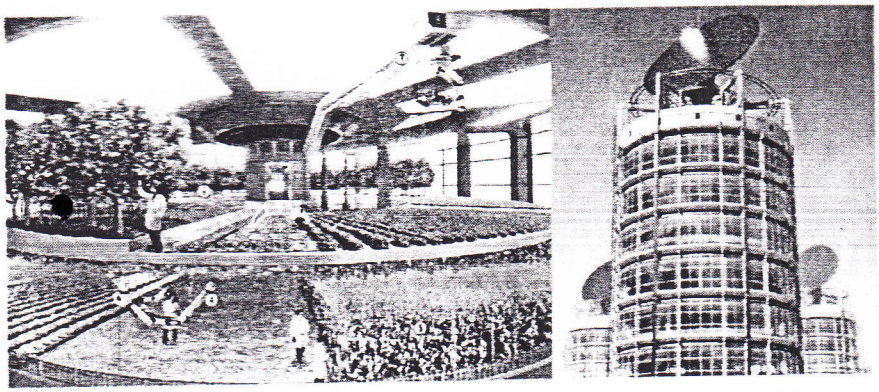


Gambar 9 Rekayasa hutan kota yang dibangun di atas bangunan *A-Cross Building* di Fukuoka, Kyushu, Jepang

Gambar 10 "*Nurtured landscape*" untuk pertanian perkotaan dengan memanfaatkan gedung-gedung bertingkat



Gambar 11 Kombinasi rekayasa pemanfaatan energi matahari dengan struktur tanaman dibudidayakan secara vertikal pada gedung bertingkat sebagai upaya kegiatan pertanian perkotaan



Gambar 12 "*An arcology - a self sustainable building*", mampu menyediakan pangan, air dan energi bagi semua penghunik kompleks gedung ini

6. Hidroponik (Rekayasa Pertanian Tanpa Tanah)

Lingkungan, khususnya tempat tumbuh tanaman yaitu tanah, telah disadari sejak zaman dulu memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan tersebut, antara lain pada kesuburannya untuk memasok kebutuhan hara bagi tanaman. Sehingga muncul konsep baru budi daya tanaman tanpa menggunakan tanah, yaitu hidroponik atau kultur air dan airoponik atau kultur udara (Gambar 13). Pada tulisan ini akan dipaparkan rekayasa lingkungan tumbuh dengan kultur air atau hidroponik saja. Konsep ini berawal pada pemikiran zat apa pembentuk tumbuhan dan apa yg membuat tanaman tumbuh. John Woodward pada tahun 1699 mengetahui bahwa tumbuhan perlu air dan zat hara untuk tumbuh. Sachs (1860) & Knop (1861) dari Jerman membuat campuran larutan hara esensial tanaman sintetik dalam air hidroponik. Unsur hara yang ditambahkan adalah N, P, S, Ca, Mg, K, dan Fe. Kemudian dilakukan penelitian-penelitian lanjutan pada sistem hidroponik ini oleh Tollens (1882), Tottingham (1914), Shive (1915), Hoagland (1919), Trelease (1933), dan Arnon (1938) tentang berbagai formula bagi media hidroponik, zat hara yang perlu tersedia, serta kondisi pertumbuhannya.

Gambar 13 Rekayasa lingkungan tumbuh tanaman dengan menggunakan kultur udara (kiri) sistem airoponik untuk tanaman mentimum panjang (*hebikyuri*) dan kultur (kanan) sistem hidroponik untuk tanaman bayam (*horenso*) di Jepang (Foto: HS Arifin)

Perkembangan hidroponik ini banyak dilakukan oleh negara-negara untuk meningkatkan produk pertanian pada komoditas tertentu. Cara hidroponik banyak dipergunakan untuk memproduksi bunga-bungaan, seperti *carnation*, *gladiol*, dan *chrysantemum*. Hidroponik pada budi daya bunga-bungaan diusahakan oleh Amerika Serikat, Italia, Spanyol, Perancis, Inggris, Jerman, dan Swedia. Sementara hidroponik sayuran banyak diusahakan di Jepang, Teluk Arabia, Israel, dan Indonesia (PIP 2014).

Kita mengenal ada beberapa tipe hidroponik, yaitu:

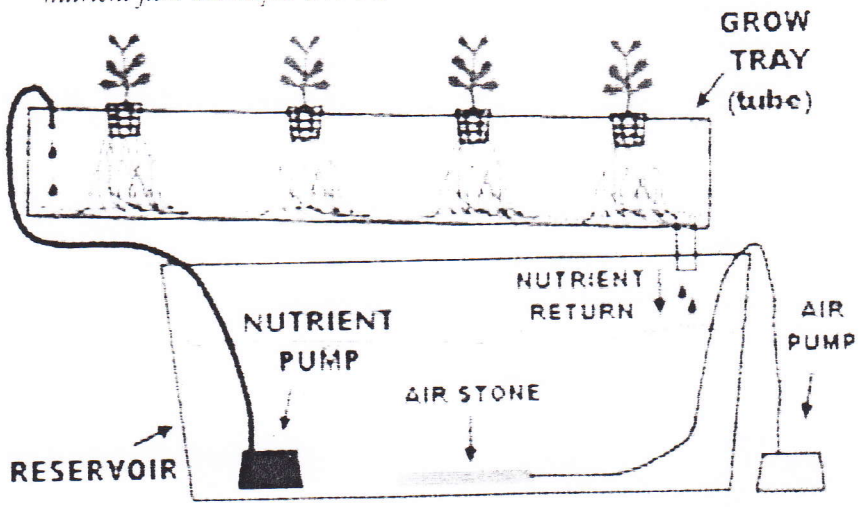
1. Kultur Air (*water culture*): *'true hydroponics'* yang dikembangkan oleh Dr. Gericke.
2. Kultur tanpa tanah (*soilless culture*) atau kultur agregat (*aggregate culture*): menggunakan medium padat untuk tempat tumbuh tanaman. Medium padat tersebut adalah (a) Kultur Pasir (*sand culture*) atau *Vermiculite culture*, dan (b) Kultur kerikil (*gravel culture*) dengan *sub-irrigation*. Kultur tanpa tanah ini dikemukakan oleh Dr. AJ Cooper dan kawan-kawan di Glasshouse Crops Research Institute, Inggris pada tahun 1960-an.

William Frederick Gericke, dosen University of California, Berkeley, Amerika Serikat pada tahun 1937 mencetuskan pertama kali istilah hidroponik. Ia sudah memprediksi bahwa hidroponik akan merevolusi cara manusia membudidayakan tanaman. Sistem hidroponik semula memiliki konsep budi daya tanpa tanah, menggantikannya dengan air dengan menambah nutrisi atau hara yang diperlukan tanaman. Namun pada awal

abad 21, telah berkembang tidak hanya menanggalkan tanah, tetapi sistem ini memungkinkan juga tanpa sinar matahari. Super Green di Bangkok, Thailand telah membuktikan menanam sayuran Kristal *Mesembryanthemum crystallinum* dalam kulkas bersuhu amat dingin. Revolusi ini dilakukan pada tanaman subtropis yang berasal Afrika Selatan yang biasa tumbuh pada temperatur udara berkisar 15 °C, dibudidayakan di Bangkok yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 34 °C. Tanaman jenis sayuran ini ditumbuhkan dalam kulkas sepanjang hidupnya, sejak persemaian hingga panen selama 45 hari dan mampu tumbuh dengan nirsurya (Trubus 2015).

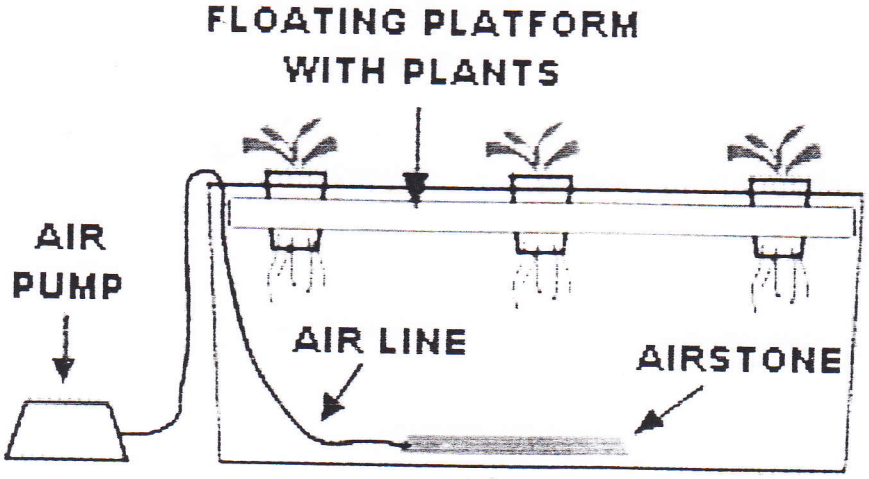
Secara umum kita kenal lima teknik dalam budi daya hidroponik, yaitu: *Nutrient Film Technique, Static Aerated Technique, Ebb and Flow Technique, Deep Flow Technique*, dan *Aerated Flow Technique*.

1. *Nutrient film technique* (NFT): Metode budi daya yang akar tanamannya berada di lapisan air dangkal tersirkulasi yang mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa jadi berkembang di dalam larutan nutrisi dan sebagian lainnya di atas permukaan larutan (Gambar 14). Aliran larutan sangat dangkal, jadi bagian atas perakaran berkembang di atas air yang meskipun lembab tetap berada di udara. Di sekeliling perakaran itu terdapat selapis larutan nutrisi. Dari sinilah muncul istilah *nutrient film technique* (NFT).



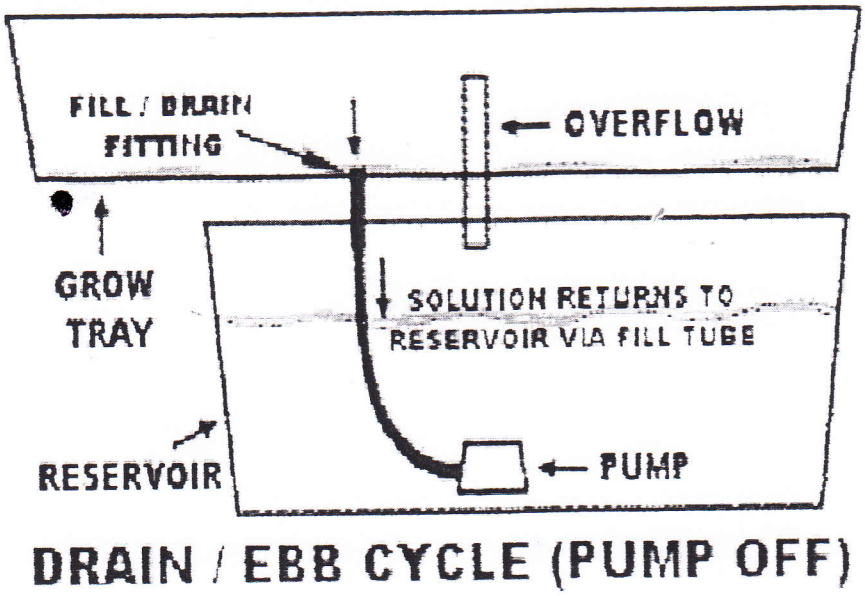
Gambar 14 Ilustrasi *Nutrient Film Technique* (NFT)

2. *Static aerated technique* (SAT): Sistem ini sering disebut juga sebagai sistem pasif, karena tidak menggunakan tenaga dari sumber energi luar untuk menyalurkan air ke daerah perakaran tanaman. Tanaman tumbuh di atas suatu kedalaman larutan nutrisi yang tidak bergerak (statis). Kebutuhan tanaman akan oksigen diberikan dengan menyediakan ruang udara di sekitar tanaman atau dengan menggunakan pompa udara (Gambar 15). Ini adalah metode metode dasar hidroponik kultur air.



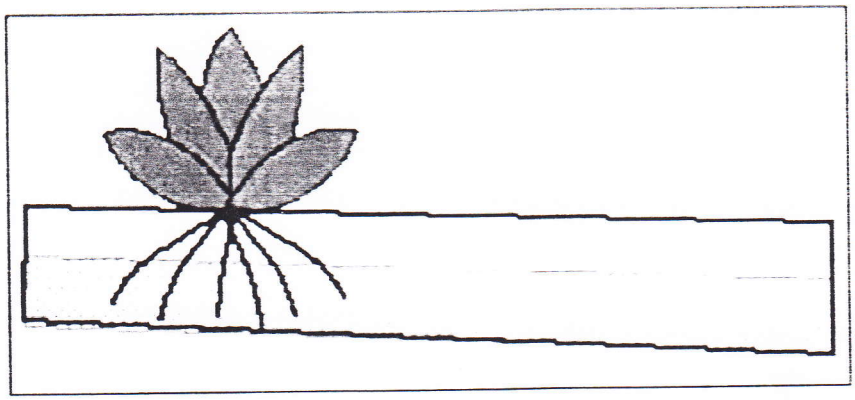
Gambar 15 Ilustrasi *Static Arated Technique* (SAT)

3. *Ebb and flow technique* (EFT). Pada teknik *ebb* (genang) dan *flow*, tanaman dialiri larutan nutrisi dengan cara penggenangan secara berkala untuk kemudian genangan larutan nutrisi tersebut dialirkan kembali ke tanki/bak penampungan larutan nutrisi. Langkah tersebut dilakukan berulang kali dalam sehari, berkisar 3—4 kali sehari, untuk memberikan kesempatan akar bernapas/menyerap oksigen (Gambar 16). Frekuensi penggenangan/penyiraman tergantung dari jenis dan umur tanaman, jenis media tanam, serta faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara. Teknik hidroponik ini cocok digunakan pada budi daya tanaman dalam pot yang dilakukan secara massal. Pot-pot tanaman diletakkan dalam sebuah rak penanaman yang mampu menampung pot dalam jumlah banyak sehingga dapat menghemat waktu penyiraman jika dibandingkan harus menyiram satu per satu pot tanaman. Sistem ini termasuk kategori sistem hidroponik dengan sirkulasi tertutup (Suhardyanto dalam Erizal dkk 2009).



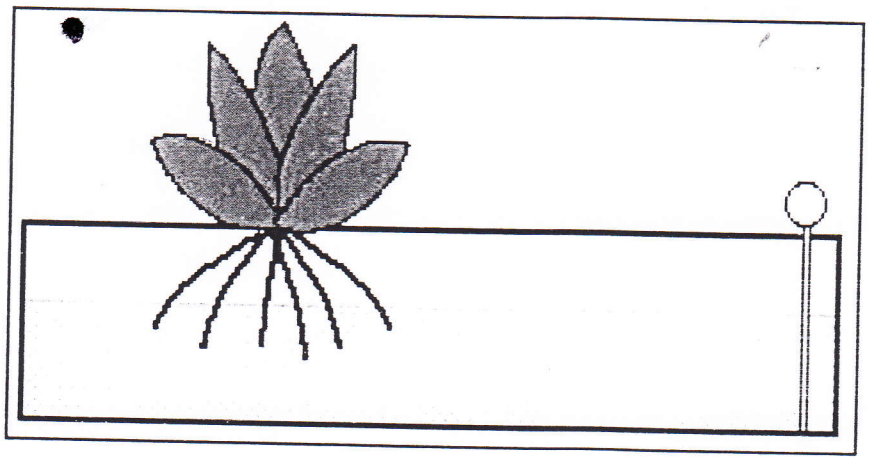
Gambar 16 Ilustrasi *Ebb and Flow Technique* (EFT)

4. *Deep flow technique* (DFT): Pada metode ini, larutan nutrisi yang memiliki kedalaman berkisar 4–6 cm disirkulasikan melewati daerah perakaran menggunakan pompa air maupun dengan memanfaatkan gaya gravitasi (Gambar 17). Teknik hidroponik ini cocok untuk budi daya tanaman sayuran daun maupun buah.



Gambar 17 Ilustrasi *Deep Flow Technique* (DFT)

5. *Aerated flow technique* (AFT). Teknik AFT merupakan modifikasi sistem DFT, larutan nutrisi diperkaya dengan oksigen dengan menggunakan pompa udara atau dengan teknik tertentu seperti *The Japanese Kyowa Hyponica Technique* (Gambar 18).



Gambar 18 Ilustrasi *Aerated Flow Technique* (AFT)

Tabel 3 Susunan larutan hara dan air

Unsur	Minimum (ppm)	Optimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Nitrogen (N)	90	140	200
Fosfor (P)	30	60	90
Kalium (K)	200	300	400
Kalsium (Ca)	120	150	240
Magnesium (Mg)	40	50	60
Besi (Fe)	2,0	4,0	5,0
Mangan (Mn)	0,1	0,5	1,0
Tembaga (Cu)	0,01	0,05	0,1
Boron (B)	0,1	0,5	1,0
Seng (Zn)	0,02	0,1	0,2
Molibdenum (Mo)	0,01	0,02	0,1

Keuntungan bertani hidroponik adalah bahwa sistem ini merupakan suatu rekayasa budi daya pertanian yang sesuai diterapkan untuk pertanian perkotaan. Beberapa keuntungan dalam bertani secara hidroponik, adalah:

1. Nutrisi dan air dapat diakses setiap saat, dengan demikian tidak perlu pemupukan pada setiap periode pertumbuhan tanaman.
2. Tidak perlu pengolahan tanah.
3. Tidak perlu rotasi tanaman.
4. Produk hasil budi daya diperoleh secara seragam.
5. Bertani secara bersih.
6. Diperoleh hasil dengan produktivitas yang tinggi.
7. Tenaga kerja sedikit (efisien).
8. Lebih mudah dalam pemeliharaan.
9. Lebih mudah dalam mengganti tanaman baru bila diperlukan.
10. Dapat merupakan tempat dan cara untuk memperbaiki mutu tanaman.

7. Penutup (Bertani Itu Keren)

Dengan rekayasa (*engineering*) di bidang pertanian, sudah sepantasnya profesi pertanian dari hulu sampai ke hilir dapat merangsang generasi muda untuk berkecimpung di dalamnya. Bertani tidak harus selalu di daerah perdesaan tetapi juga bisa dikerjakan di wilayah perkotaan. Bertani tidak harus selalu bersifat ekstensif dengan bermodal lahan yang luas, tetapi bisa dilakukan secara intensif dengan kondisi lahan yang terbatas. Bertani tidak selalu berhubungan dengan kondisi fisik yang bersifat tradisional kotor, bau, kumuh, tetapi juga bisa dilakukan dengan cara modern dan bersih dan pada akhirnya bertani bisa mengangkat derajat manusia menjadi lebih bergengsi karena bukan semata-mata dapat memberi penghidupan pada diri sendiri dan keluarga saja, tetapi dengan bertani kita dapat berkontribusi memberi pangan pada bangsa (*feed the nation*), bahkan memberi pangan dunia (*feed the world*).

Daftar Pustaka

Arifin HS. 1998. Study on Vegetation Structure of Pekarangan and Its Changes in West Java, Indonesia. [Disertation]. Doctor Dissertation, the Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University. Japan. 123p. (Tidak dipublikasi)

Arifin HS. 2013. Pekarangan kampong untuk konservasi biodiversitas dalam mendukung penganekaragaman dan ketahanan pangandi Indonesia. *Buku Orasi Guru Besar*. Bogor: IPB Press. 90 hal.

Arifin HS, Arifin NHS. 2010. Local wisdom and ecovillage oriented agroforestry development for enhancing creative economy. Seminar of the Managing of Environment: Learning from the Past, Reaching for the Future. Workshop on the International World Conference WISDOM, Yogyakarta.

Arifin HS, Munandar A, Schultink G, Kaswanto RL. 2012. The role and impacts of small-scale,itas homestead agro-forestry systems ("pekarangan") on household prosperity: an analysis of agro-ecological zones of Java, Indonesia. *Int'l J of AgriScience* Vol. 2(10): 896–914

Arifin HS, Nakagoshi N 2011. Landscape ecology and urban biodiversity in tropical Indonesian cities. *Springer, Landscape Ecol. Eng.* (2011)7: 33–43.

Arifin HS, Sakamoto K, Chiba K 1997. Effects of the Fragmentation and the Change of the Social and Eco- nomical Aspects on the Vegetation Structure in the Rural Home gardens of West Java, Indonesia. *J Japan Institute of Landscape Architecture*, Tokyo. Vol. 60(5): 489–494

Arifin NHS, Arifin HS, Astawan M, Kaswanto, Budiman VP 2013. Optimalisasi fungsi pekarangan melalui program P2KP di Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Prosiding Lokakarya Nasional & Seminar Forum Komuninikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia*. Bogor: Faperta IPB. Pp. 463–472.

[BPS]. 2000. Biro Pusat Statistika – Jakarta.

[PIP]. 2014. Bahan Power Point Minggu ke-12 Pengantar Ilmu Pertanian: Pertanian Perkotaan dan Budidaya Pertanian Tanpa Tanah. Bogor: IPB. ***http://hsarifin.staff.ipb.ac.id/?s=Pengantar+Ilmu+Pertanian***

Sankarto, BS. 2012. Kawasan Rumah Pangan Lestari. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) Badan Litbang Pertanian.

Suhardyanto H. 2009. Teknologi Hidroponik untuk Budidaya Tanaman dalam *Kumpulan Makalah Pengantar ke Ilmu-ilmu Pertanian*. Eds. Erizal, Qayim I, Kartosuwondo U. Bogor: IPB Press.

Trubus 2015. Lima Teknik Terbaru Hidroponilk. *Majalah Trubus* Ed. 547/ Juni 2015/XLVI. Hal. 10–12.

Sebagian foto-foto dan sketsa diambil dari sumber internet:

http://www.gogle.co.id/search?q=urban+agriculture&hl=id&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=p720UPX_J8WtrAfA-oCAAg&sqi=2&ved=0CDIQsAQ&biw=1024&bih=405

http://www.inhabitat.com/2007/04/05/skyscraper-farming-farming-reaches-to-the-sky/

www.biocontrols.com

http://www.treehugger.com/files/2008/04/vertical-diagonal-farm-in-new-york.php

http://www.treehugger.com/files/2008/04/vertical- diagonal-farm-in-new-york.php

http://nysunworks.org/index.php

Foto-foto koleksi pribadi HS Arifin

. Pemikiran Guru Besar IPB .

Tantangan Generasi Muda

dalam Pertanian, Pangan, dan Energi

Pertanian menjadi pilar penting penyediaan pangan bagi bangsa kita. Kurangnya perhatian serius terhadap sektor pertanian akan mengakibatkan semakin besarnya ketergantungan pangan kita pada impor dari negara-negara lain. Oleh karena itu, harus ditanamkan kepada generasi muda Indonesia bahwa kita bisa sejahtera dengan membangun pertanian. Pertanian juga dapat berperan dalam menyediakan sumber energi nabati seperti biodiesel yang saat ini masih sangat minim pemanfaatannya.

T Penerbit IPB Press
ampus IPB Taman Kencana
. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
elp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com
Penerbit IPB Press @IPBpress

Pertanian
ISBN 978-979-493-864-5
9 789794 938645