

PERANAN TEKNIK PERTANIAN DALAM PENANGANAN PASCA PANEN HASIL HORTIKULTURA

I. PENDAHULUAN

Produksi hasil hortikultura yaitu buah-buahan, sayuran dan bunga-bunga di Indonesia meningkat pesat dalam tahun-tahun terakhir seperti ditunjukkan oleh data berikut. Jumlah produksi buah menurut BPS (1995) menunjukkan kenaikan dari 5.8 juta ton dalam tahun 1990 menjadi 8.1 juta ton dalam tahun 1995, sayuran dari 5.7 juta ton dalam tahun 1990 menjadi 6.7 ton dalam tahun 1995 dan bunga potong, tidak termasuk melati dan tanaman hias, mencapai 171 juta tangkai dalam tahun 1995. Di samping itu, Indonesia juga menggalakkan ekspor buah-buahan, sayuran dan bunga potong yang berturut-turut mencapai nilai 84.3 juta USD, 81.7 juta USD dan 1.67 juta USD dalam tahun 1995.

Meskipun demikian, negara-negara tetangga seperti Malaysia, Philipina, Thailand dan Australia serta negara-negara lain seperti Belanda, Israel, Amerika Serikat, Chili dan Ekuador secara serentak pula mengembangkan program terpadu untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil hortikultura dengan teknologi canggih, investasi tinggi dan kelembagaan yang tertata rapih. Dibandingkan dengan negara tetangga di ASEAN dalam tahun 1990/1991, hasil produksi rata-rata sayuran per ha di Indonesia (6 680 kg/ha) masih di bawah Malaysia (17 619 kg/ha), Brunei Darussalam (14 612 kg/ha) dan Thailand (11 244 kg/ha). Sedangkan produksi per orang yang 37.8 kg/org/thn masih di bawah Thailand 68.7 kg/thn dan Malaysia 48.6 kg/org/thn (ACIAR, 1996 a).

1.1. Peluang Pasar Dunia Hasil Hortikultura

Pasar dunia untuk hasil hortikultura pada umumnya menawarkan kesempatan yang menarik, namun masih belum banyak dimanfaatkan oleh Indonesia. Impor Jepang dalam tahun 1995 berjumlah 1.68 milyar USD untuk buah-buahan terutama pisang 0.87 milyar USD yang sebagian besar dipasok oleh Philipina (Market Asia, 1996), dan 0.63 milyar USD untuk sayuran terutama bawang besar senilai 0.25 milyar USD yang dipasok oleh Amerika Serikat. Dalam tahun yang sama, Hongkong melakukan impor buah senilai 752.5 juta USD dengan 46.4 juta USD untuk mangga, manggis, adpokat dan jambu biji yang terutama dipasok oleh Philipina (78%) dan selebihnya Thailand, Australia dan Taiwan. Ekspor Indonesia dalam tahun 1993 ke Hongkong hanya berjumlah 2.3 juta USD atau 0.5% (ADP, 1994). Impor Hongkong (1995) untuk sayuran berjumlah 173.7 juta USD dengan kubis dan jenis *brassica* sebagai komoditas utama senilai 32.3 juta USD, sedangkan pangsa ekspor Indonesia di negara ini hanya 2.2% atau 3.8 juta USD dalam tahun 1993.

Taiwan dalam tahun 1995 melakukan impor buah-buahan 233.9 juta USD terutama apel 91.5 juta USD yang 86 % dari Amerika Serikat, dan sayuran 17.9 juta USD terutama bawang besar yang 80% dari Amerika Serikat pula. Indonesia berhasil mengambil 13.1 juta USD dari pangsa pasar Taiwan untuk manggis yang dalam hal ini dibayangi oleh Thailand sebesar 6.1 juta USD. Data sementara ekspor dan impor buah-buahan, sayuran dan bunga potong Indonesia dalam tahun 1995 dirinci dalam Tabel 1 (BPS, 1997). Data ini menggambarkan dengan jelas bagaimana apel dan jeruk impor merajai pasar buah dalam negeri, yang pada saat sekarang dijajakan oleh pedagang kecil masuk ke desa-desa di daerah urban.

Ekspor Indonesia untuk hasil hortikultura dipandang dari pangsa pasar dunia belum mencapai 0.5%, seperti ekspor sayuran dalam tahun 1993 hanya sebesar 0.21% dari jumlah nilai 28 milyar USD sayuran yang dipasarkan di dunia (ACIAR, 1966 a). Ekspor kohlrabi dan jenis *brassica* lainnya dari Indonesia sejumlah 13 651 ton dalam tahun 1994 turun menjadi 3 386 ton tahun 1995 digantikan oleh Vietnam yang naik dari 2 998 ton pada tahun 1994 menjadi 8 404 ton tahun 1995.

Dibandingkan dengan negara rekan ekspor sayuran, Indonesia masih berada di bawah Cina dan New Zealand. Dalam tahun 1994, ekspor Indonesia berjumlah 77.6 juta USD terutama jamur olahan dan segar 46.6 juta USD (Vademekum Pemasaran, 1996) sedangkan ekspor Cina berjumlah 361 juta USD terutama jamur 106 juta USD dan bawang putih 76 juta USD (Market Asia, 1996). New Zealand melakukan ekspor senilai 351 juta NZD dalam tahun 1994/1995 dengan bawang besar berjumlah 92.5 juta NZD dan kacang polong serta jagung beku 56.3 juta NZD.

Mengamati perkembangan ekspor bunga potong, ternyata bahwa ekspor bunga anggrek Indonesia mencapai 1.4 juta USD dalam tahun 1995 (Market Asia, 1996), sedangkan Singapura mencapai 18.2 juta USD dengan Jepang sebagai penampung utama (72%). Jumlah ekspor bunga potong Indonesia sebesar 1.67 juta USD (BPS, 1997) masih jauh di bawah Singapura yang 37.6 juta USD, padahal rencana Singapura adalah meningkatkan ekspor menjadi 74.2 juta USD dalam tahun 2000.

Pasar bunga dunia beraneka rupa dengan munculnya bunga kering. Amerika Serikat, misalnya, melakukan impor bunga kering 14.1 juta USD dalam tahun 1994 (Market Asia, 1995) dengan pemasok 34% dari Belanda dan 24% dari Colombia. Indonesia hanya mampu mengisi sebesar 0.45 % atau 64 000 USD.

Keanekaragaman pasar dunia buah-buahan ditambah dengan buah kering seperti pisang kering dan keripik pisang yang dibeli Amerika Serikat senilai 3.9 juta USD dalam tahun 1995 (Market Asia, 1996) dengan jumlah 46% dari Ekuador, 22% dari Philipina dan 21% dari Costa Rica. Eropah hanya berada sedikit di bawahnya yaitu 3.1 juta USD yang berasal 61% dari Ekuador, dan 25 % dari Colombia. Mangga kering senilai 2.6 juta USD diperoleh Amerika Serikat dari Thailand 66% dan Philipina 20%, sedangkan pepaya kering senilai 1.3 juta USD dari Thailand 89% dan Philipina 7%.

Peluang untuk pangsa pasar dunia hasil hortikultura terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, peningkatan pendapatan dan kesadaran akan nilai gizi. Laju peningkatan impor Jepang, Taiwan dan Hongkong dari tahun 1994 ke tahun 1995 masing-masing berkisar antara 6-8%. Indonesia perlu melakukan evaluasi dan penyempurnaan program peningkatan produksi dan mutu hasil hortikultura untuk meraih pangsa pasar yang lebih tinggi di tengah persaingan yang ketat dari negara lain terutama dalam menghadapi era perdagangan bebas tahun 2000.

Tabel 1. Data ekspor dan impor buah-buahan, sayuran dan bunga potong Indonesia 1995
(BPS, 1995)

Komoditas	Ekspor			Impor		
	Nilai juta USD	Komoditas Utama	Negara Utama	Nilai juta USD	Komoditas Utama	Negara Utama
Buah-buahan segar	15.9	Pisang (54%)	Jerman	118.9	Apel (27%)	AS, New Zealand
					Jeruk (18%)	Australia, Cina
					Pear (12%)	Cina, Australia
Buah-buahan Olahan	68.4	Puree Nenas	Eropah	13.6	Puree Buah (19%)	Brasil, Australia
					Kurma Kering (18%)	Iran
Sayuran Segar	37.5	Kentang (64%) Kubis (23%)	Malaysia, Singapura	59.8	Bawang Putih (72%)	Cina.
Sayuran Olahan	44.2	Jamur (87%)	AS, Jepang	12.6	Kentang Beku (69%)	Australia
					Sayuran Kering (23%)	Cina, Jerman
Bunga Potong	1.67	Anggrek (92%)	Singapura	1.13	Bibit dan Tanaman Anggrek (53%)	Singapura, Belanda

2. PENDEKATAN TERPADU DALAM PRODUKSI DAN PENANGANAN HASIL HORTIKULTURA

Produksi dan penanganan buah-buahan, sayuran dan bunga-bunga dapat didekati dengan menerapkan konsep pembangunan hortikultura berkebudayaan industrial (Purwadaria et al., 1996) yang menjadi salah satu gagasan dalam pengkajian Pembangunan Pertanian yang Berbudaya Industrial, kerjasama IPB dengan BAPPENAS untuk menyusun konsep pembangunan pertanian dalam PJPT II.

2.1. Konsep Dasar Pengembangan Hortikultura Berkebudayaan Industrial

Usaha hortikultura berkebudayaan industrial (Purwadaria et al., 1997) adalah usaha komersial (commercial business) yang berawal dari produksi benih unggul, produksi hasil hortikultura, penanganan segar sampai pengolahan dengan pemakaian teknologi yang efisien, layak usaha (viable) dan menguntungkan dalam suatu lingkungan iklim usaha yang menunjang.

Usaha hortikultura berkebudayaan industrial mempunyai karakteristik sebagai berikut

1. Skala usaha komersial (commercial business) yang tidak diselipkan program sosial.
2. Keterkaitan dan kesepadanan antara penangkar benih, sentra produksi, *packaging* dan industri.
3. Kelancaran akses bagi petani dan pengusaha terhadap pasar dan sumberdaya keuangan.

4. Pemakaian teknologi yang efisien, layak usaha (viable) dan menguntungkan dengan dukungan SDM yang terampil.
5. Iklim usaha industrial yang menunjang seperti ketersediaan lahan, sarana dan prasarana, kemudahan ijin usaha, penekanan biaya transportasi.

Sasaran pengembangan hortikultura berkebudayaan industrial adalah peningkatan jumlah dan mutu hasil hortikultura prioritas yang dapat memenuhi kebutuhan pasar (market oriented) baik pasar domestik maupun pasar luar negeri sehingga meningkatkan pendapatan petani, pengusaha dan negara. Untuk mencapai sasaran tersebut, program pengembangan dapat dinyatakan dalam beberapa tujuan yaitu

1. Peningkatan iklim usaha industrial yang menunjang.
2. Peningkatan mutu dan skala produksi benih.
3. Peningkatan volume produksi.
4. Peningkatan mutu hasil hortikultura
5. Peningkatan volume pemasaran
6. Penyediaan SDM pendukung usaha dan industri hortikultura.

2.2. Strategi dan Langkah Operasional Pembangunan Hortikultura Berkebudayaan Industrial

Strategi dan langkah operasional pembangunan hortikultura berkebudayaan industrial dikembangkan dari hasil rumusan Pertemuan Teknis Pengembangan Buah-Buahan di Indonesia yang diselenggarakan oleh Kantor Menteri Pangan di Jakarta selama

bulan Nopember 1995 dan dihadiri berbagai pakar peneliti, pengusaha swasta, serta kalangan perbankan (Kantor Menteri Pangan, 1995). Strategi dan langkah operasional tersebut diperluas meliputi pula sayuran dan bunga-bunga, serta dikaitkan dengan sasaran yang akan dicapai dalam luaran yang perlu dihasilkan. Secara rinci, strategi dan langkah operasional tersebut dipaparkan dalam Purwadaria et al. (1966), sedangkan matriks yang global disajikan dalam Tabel 2.

2.3. Pilihan Pola Usaha Hortikultura

Pola usaha untuk pengembangan hortikultura dapat dipilih berdasarkan tingkat kemajuan investasi, luas lahan yang tersedia, peluang pasar dan kemungkinan perluasan usaha. Beberapa model yang telah nyata berhasil dapat dijadikan teladan dengan penyesuaian yang perlu dan peningkatan penerapan teknologi seperti contoh berikut.

1. Sentra usaha hortikultura tradisional di Jawa dan luar Jawa yang umumnya terdiri dari kelompok tani dengan lahan kurang dari 5 ha/petani (Greenham et al., 1995). Pemberdayaan kelompok tani per luas hamparan tertentu (100-200 ha) perlu dipacu dengan pembangunan rumah kemasan (packaging house) yang dapat dilakukan melalui program bantuan BUMN (Gambar 1).
2. Pengembangan sentra hortikultura baru di Jawa dengan luas lahan maksimal 500 ha berpola kemitraan pengusaha dengan kelompok tani (Gambar 2). Kredit usaha tani dapat diperoleh melalui kredit koperasi dari bank dengan garansi dari BUMN.

3. Pengembangan sentra hortikultura baru di luar Jawa dengan luas lahan sesuai kebutuhan bisnis dan berpola kemitraan pengusaha dengan kelompok tani atau berpola pengusaha murni, baik di kawasan pengembangan pertanian maupun di pemukiman transmigrasi (Gambar 3).
4. Kerjasama usaha yang menguntungkan dengan negara yang menjadi pasar komoditas, terutama untuk produk bermutu prima dengan harga tinggi (Gambar 4).

2.4. Kerjasama Saling Mendukung Antar Lembaga dan Inter Disiplin

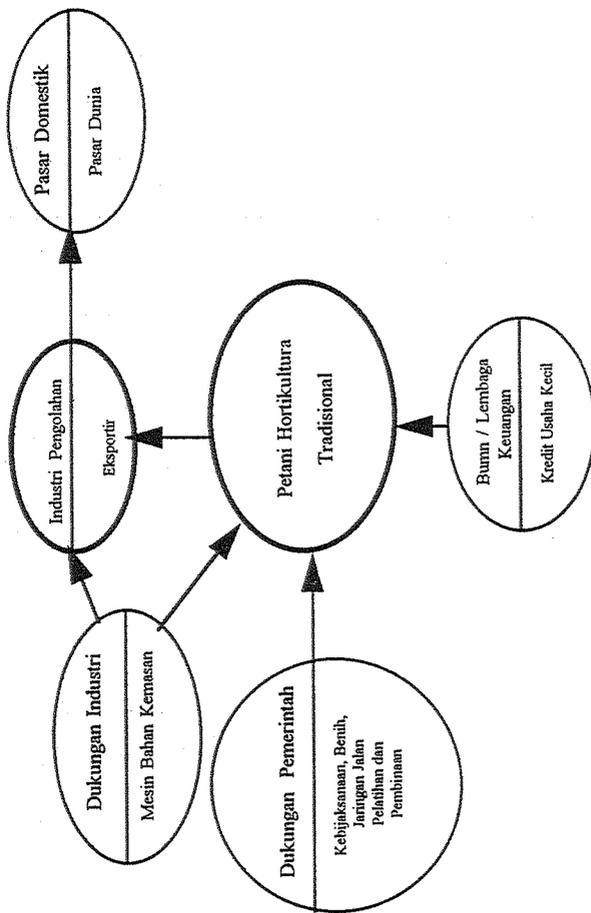
Kerjasama yang saling mendukung antar lembaga dari petani, pedagang pengumpul, eksportir, pengusaha, perguruan tinggi, lembaga penelitian, lembaga keuangan, swasta dan jajaran pemerintahan dapat dinyatakan apabila ada kebutuhan saling memberi dan saling menerima. Forum koordinasi yang dibentuk tidak atas dasar saling membutuhkan yang nyata akan macet dan menimbulkan kerumitan birokrasi yang canggung.

Asosiasi dan koperasi produsen serta eksportir akan lancar melakukan lobi apabila kemampuan mereka telah diakui masyarakat. Perguruan tinggi dan lembaga penelitian perlu menunjukkan profesionalisme mereka supaya pengambil kebijaksanaan mendengarkan gagasan yang diajukan dalam forum koordinasi.

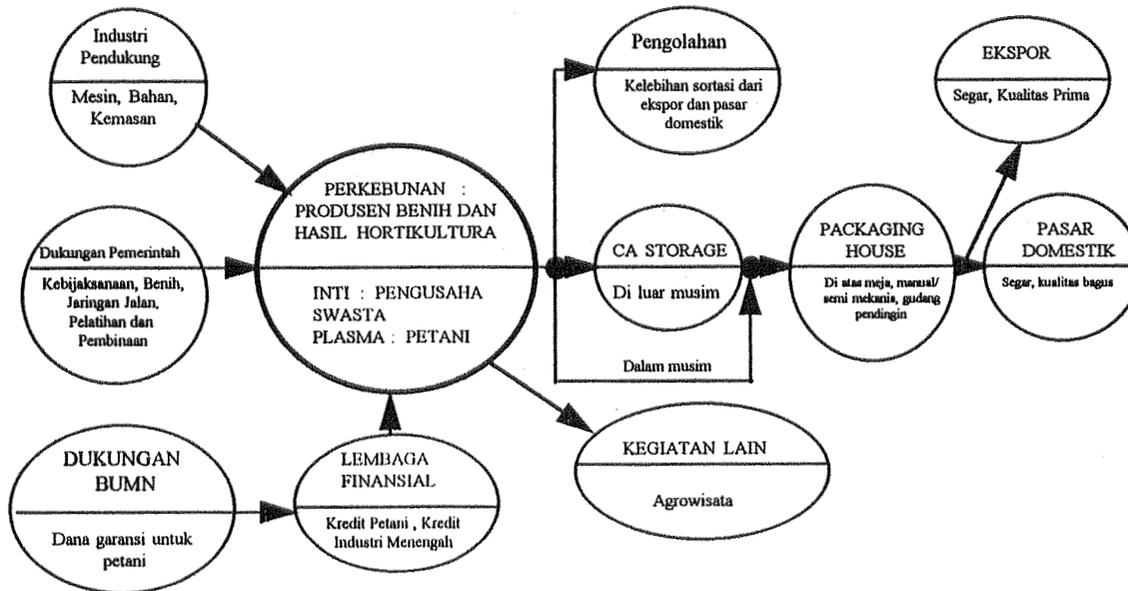
Tabel 2. Matrik strategi dan langkah operasional untuk mencapai sasaran pembangunan hortikultura berkebudayaan industrial

No.	Sasaran	Strategi	Langkah Operasional
1.	Iklm Usaha o	1.1. Menekan biaya produksi	Deregulasi penggunaan lahan, prioritas lahan prima.
			Kemudahan ijin usaha dalam akses kredit
		1.2. Menjamin keamanan dan kelancaran tataniaga	Pengembangan pasar induk yang menjamin keseimbangan produsen-konsumen, penekanan biaya pengangkutan
2.	Peningkatan mutu dan skala produksi benih	2.1. Mengembangkan kebun induk di propinsi penghasil	Pengumpulan kultivar unggul, seleksi, persilangan dan perbanyakkan benih unggul
		2.2. Sertifikasi dan informasi benih unggul	Pengujian dan sertifikasi perusahaan benih, penyebarluasan informasi.
		2.3. Memacu penelitian benih	Peningkatan penelitian pemuliaan, penerapan keteknikan (engineering) dalam perbanyakkan benih.
3.	Peningkatan volume produksi	3.1. Pengembangan dan penyebarluasan teknologi produksi	Pengkajian dan penyebaran informasi teknologi budidaya industri <i>green house</i> serta pengemasan
		3.1. Pelebaran waktu produksi dan peningkatan efektifitas produksi	Penentuan pola waktu tanam dan <i>multiple cropping</i>

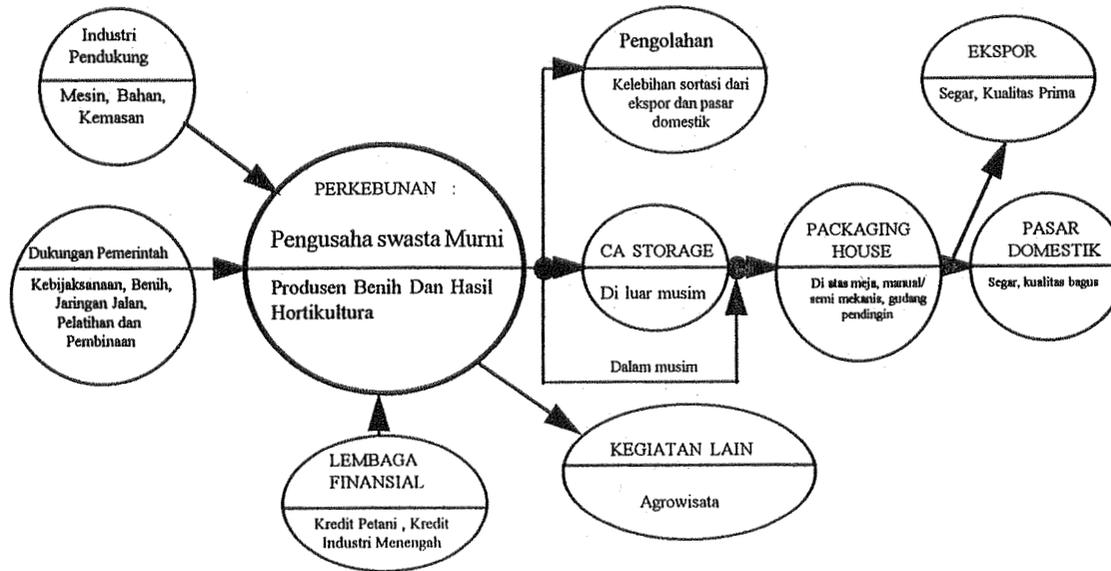
No.	Sasaran	Strategi	Langkah Operasional
4.	Peningkatan mutu hasil	Penerapan teknologi sesuai kebutuhan	Rancangan, produksi, pilot testing peralatan dan teknologi terobosan.
			Penyempurnaan sistem sortasi, pengemasan, pengangkutan dan penyimpanan
5	Peningkatan volume pemasaran	5.1. Pemantapan kelembagaan pemasaran dan pengumpulan serta penyebaran informasi pasar	Perbaiki manajemen dan operasional koperasi pemasaran, pasar induk dengan dukungan asosiasi produsen, eksportir, serta hotel dan restoran Pembentukan jaringan kerja informasi dengan menggunakan jaringan sebar dunia (World Wide Web, www)
		5.2. Memacu Promosi	Iklan yang menarik (TV, billboard, radio, media cetak), pameran dagang, undian, sajian di hotel dan restoran
6	Penyediaan SDM	Diklat SDM	Diklat oleh sektor swasta dan lembaga pemerintah dengan kesempatan kerja yang merangsang



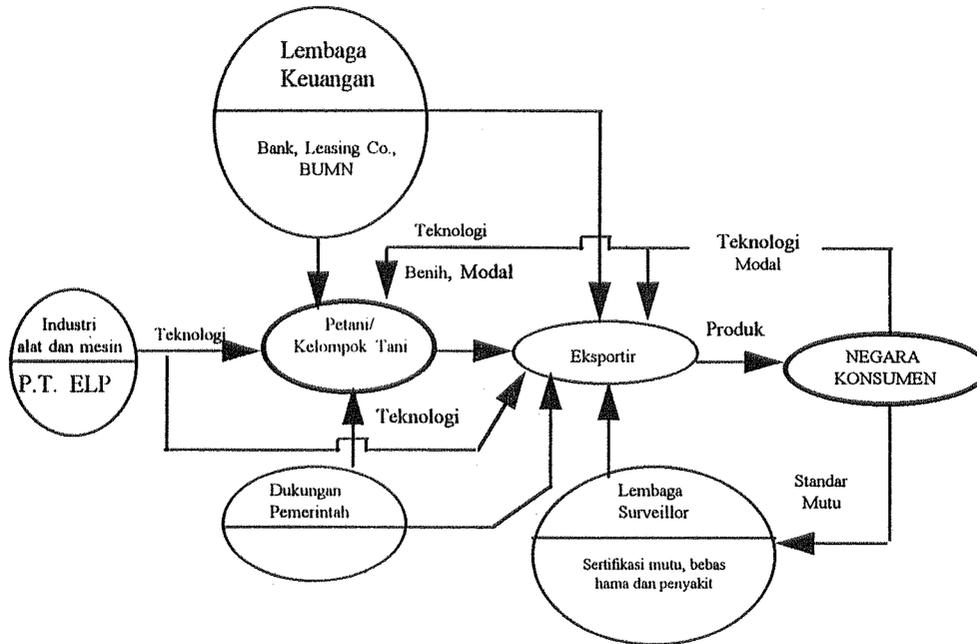
Gambar 1. Pola usaha hortikultura : Sentra usaha tradisional



Gambar 2. Pola usaha hortikultura : pengembangan sentra baru bermitra petani



Gambar 3. Pola usaha hortikultura : pengembangan sentra baru pengusaha swasta murni



Gambar 4 . Pola usaha hortikultura : pengembangan sentra baru bermtra negara konsumen

Kerjasama perguruan tinggi dan lembaga penelitian dengan pemerintah dan perusahaan swasta memang dibutuhkan untuk mengokohkan kemampuan swadaya, tetapi penelitian dan pengkajian dengan gagasan orijinal akan meningkatkan reputasi profesional yang akan mengundang jumlah proyek kerjasama yang lebih banyak.

Dalam bidang teknologi, kerjasama inter disiplin penting untuk menghasilkan luaran yang merupakan sasaran program. Asosiasi profesi di Indonesia perlu saling bekerjasama, serentak perlu pula memantapkan profesionalitas mereka, apalagi menghadapi kecenderungan kualifikasi kompetensi dan sertifikasi sederajat (*mutually reconized*) untuk setiap anggota ekonomi yang akan diberlakukan dalam era globalisasi sesudah tahun 2000, baik dalam tingkat AFTA, NAFTA, APEC dan WTO. Dalam hal pembangunan hortikultura berkebudayaan industrial ini, asosiasi ahli teknik pertanian perlu bekerjasama misalnya dengan asosiasi ahli agronomi, pemuliaan, benih, sosial, ekonomi, komputerisasi, teknik elektro dan teknik mesin.

Hal ini telah dikerjakan secara praktis di Jepang sejak pertengahan dekade 1980-an. Pada tahun 1991, lokakarya internasional Penerapan Kontrol dan Matematika dalam Pertanian dan Hortikultura diselenggarakan dengan dukungan IFAC (*International Federation of Automatic Control*) dan ISHS (*International Society of Horticultural Science*) yang meliputi antara lain pengkajian industri *greenhouse*, penerapan robotik untuk pembiakan masal dari kultur jaringan sampai aklimatisasi tanaman muda, robotik untuk panen, dan penerapan jaringan kerja saraf (*neural network*) dalam pengendalian pertumbuhan. Pakar teknik pertanian dan pakar agronomi bahkan bergabung dalam

satu Jurusan Sistem Biomekanik di Universitas Ehime, Matsuyama. Di Australia, Stasiun Percobaan Hortikultura Maroochy, Queensland yang terkenal, memiliki staf dari berbagai bidang disiplin ilmu termasuk teknik pertanian. Di Thailand, Departemen Pertanian mempunyai Direktorat Teknik Pertanian dan Direktorat Penyuluhan yang mempekerjakan banyak ahli teknik pertanian sehingga kerjasama inter disiplin dapat terjalin erat.

3. PENERAPAN TEKNIK PERTANIAN DALAM PANEN DAN PASCA PANEN HASIL HORTIKULTURA

3.1. Mengurangi Susut Pasca Panen Dan Meningkatkan Efisiensi Proses

Penerapan teknik pertanian dapat mengurangi susut dan meningkatkan efisiensi proses. Lubulwa (1993) melakukan evaluasi atas berbagai projek penelitian buah-buahan yang didanai ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) di ASEAN dan Australia, termasuk penelitian terapan teknik pertanian yaitu penyimpanan dengan atmosfir terkendali (Controlled Atmosphere Storage, CAS), pelapisan film dapat dimakan (edible coating), dan perbaikan sistem teknologi pasca panen. Hasil pengkajian meyakini bahwa susut pasca panen pisang turun dari 30 % menjadi 10 %, susut pasca panen mangga dengan CAS turun dari 9.2 % menjadi 7.8 %, pelapisan film menurunkan susut alpukat dari 30 % menjadi 15 %. Hal yang perlu memperoleh catatan adalah dari ketiga projek yang masing-masing berjumlah 1.2, 1.2, dan 0.8 juta AD dan lamanya 3 tahun,

Thailand ikut serta dalam 2 projek, Malaysia dan Philipina 1 projek, sedangkan Indonesia sama sekali tidak ikut serta.

Efisiensi Proses Pelayuan Bawang Putih

Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) - IPB telah merancang alat pengering untuk melayukan bawang putih yang dapat memperpendek proses dari 40 hari dengan cara tradisional yaitu pengasapan dan penganginan menjadi 13 hari (Purwadaria, 1993). Pelayuan 1243 kg bawang putih dari kadar air 73.0% b.b. menjadi 60.2 % b.b. dengan pengering tipe konveksi bebas yang menggunakan kompor tekan minyak tanah, memerlukan waktu 119 jam atau 13 hari (pelayuan 9 jam perhari). Laju konsumsi minyak tanah yang digunakan adalah 1.26 liter perjam. Efisiensi pemanasan dan pengeringan adalah 25.84 % dan 18.89 %, dengan suhu dan RH udara pengering 39.73 °C dan 28.18 %. Sedangkan suhu dan RH udara lingkungan adalah 28.0 °C dan 56.64 %. Rendemen hasil pelayuan adalah 68.3 % dan biaya operasi pelayuan adalah Rp 199.8 per kg bawang putih kering. Alat ini telah dibangun di lahan petani bawang putih di Tawangmangu dan Magelang, Jawa Tengah.

Mengurangi Susut Penjemuran Cabe Merah

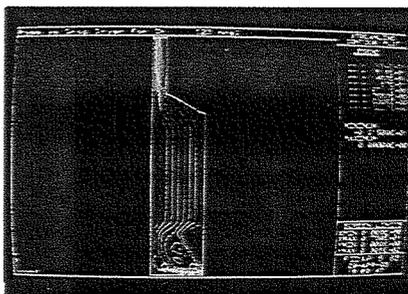
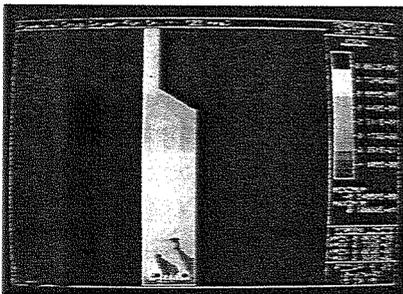
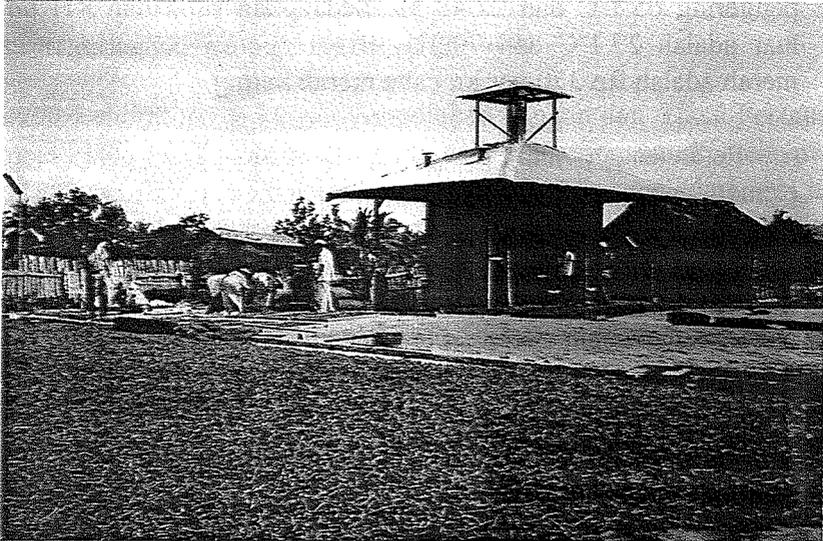
Dengan prinsip yang sama, sebuah alat pengering cabe merah dirancang untuk mengatasi masalah pemucatan warna cabe akibat penjemuran cabe memar yang berkisar 5-10 % dari 100 ton cabe segar/ proses penjemuran pada pengusaha cabe kering di Blora, Jawa Tengah. Pengeringan cabe merah dari kadar air 79.5 % b.b. menjadi 11% b.b. secara terus menerus, membutuhkan waktu 77.5 jam atau 3 hari. Laju konsumsi minyak tanah yang digunakan

adalah 3.28 liter per jam. Efisiensi pemanasan dan pengeringan berturut-turut 58.18 % dan 20.35 %, dengan suhu dan RH udara pengering 65.1°C dan 22.48 %. Sedangkan suhu dan RH udara luar adalah 29.1°C dan 79.5%. Biaya operasi pengeringan cabe merah adalah Rp 370 per kg cabe merah kering.

Perancangan alat pengering memanfaatkan pula metode elemen hingga (finite element) dengan paket FIDAP (Fluid Dynamics Program) untuk memperoleh parameter konstruksi yang dibutuhkan (Purwadaria dan Elepano, 1993). Gambar 5 menunjukkan profil suhu dan vektor kecepatan udara pengering pada paruh penampang alat pengering cabe merah.

3.2. Mengembangkan Model Matematika Untuk Menduga Perubahan Mutu

Perubahan mutu hasil hortikultura termasuk warna, kekerasan, aroma dan citarasa merupakan faktor kritis bagi konsumen dalam memutuskan pembelian suatu komoditas. Dengan demikian penting untuk diduga masa simpan setelah panen dan pengolahan terutama dalam rantai tataniaga yang panjang sebelum tiba di tangan konsumen. Beberapa faktor yang mempengaruhi umur simpan antar lain adalah pengangkutan dan pemasaran, serta penyerapan minyak selama penggorengan. Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan simulasi komputer yang disusun dari model matematika.



Gambar 5. Alat pengering cabe merah dan profil suhu dan vektor kecepatan udara pengering hasil analisis elemen hingga (Purwadaria and Elepano, 1993)

Penentuan Umur Petik Berdasarkan Pendugaan Masa Simpan

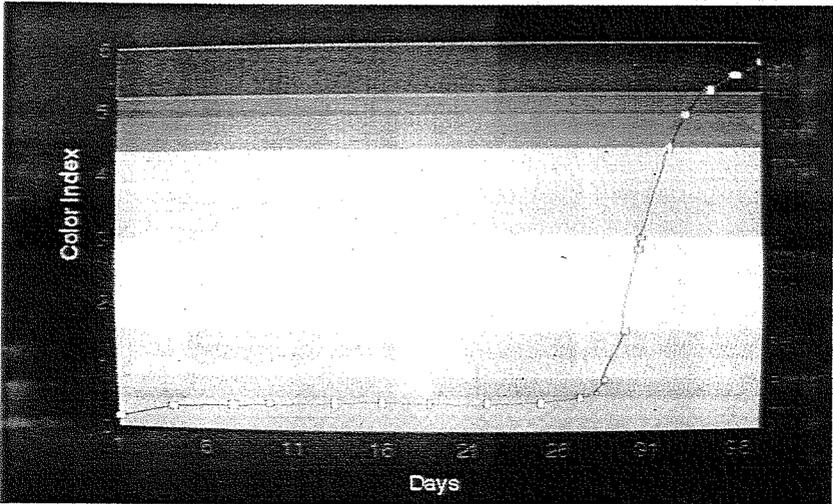
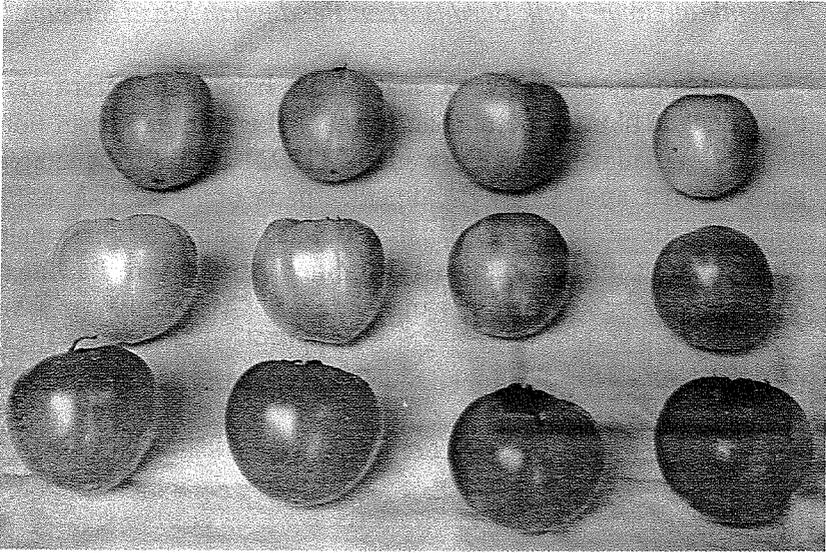
Dengan mencari secara matematik hubungan antara umur petik dengan ukuran, perubahan warna, kekerasan dan susut bobot tomat, Wiriadinata dan Purwadaria (1992) berhasil menetapkan bahwa tomat apel sebaiknya dipetik pada umur 22 hari karena tidak membesar lagi dan dapat bertahan selama 58 hari dalam kemasan atmosfir termodifikasi (Modified Atmosphere Packaging, MAP) dengan *stretch film* pada suhu 15°C . Perubahan warna tomat pada berbagai umur petik dari periode masak hijau sampai merah tua disajikan dalam bentuk buah dan grafik pada Gambar 6.

Pendugaan Masa Simpan Akibat Dampak Perubahan Lingkungan Selama Pengangkutan

Dampak pengangkutan dari tempat produsen sampai ke pasar terhadap masa simpan komoditas di mata rantai eceran dapat diramalkan dengan terlebih dahulu menentukan parameter mutu kritis. Program simulasi komputer untuk meramalkan masa simpan jeruk yang mengalami perubahan lingkungan dan pergantian jenis kendaraan selama pengangkutan telah disusun dan dikaji oleh Margiwijatno dan Purwadaria (1992).

Fluktuasi suhu lingkungan terhadap jeruk siem selama pengangkutan : 6 hari pada 15°C , 5 hari pada 10°C , 2 hari pada 30°C , 3 hari pada 10°C dan 3 hari pada 15°C meyebabkan masa simpan di mata rantai eceran tinggal 13 hari pada suhu ruang (30°C).





Gambar 6. Perubahan warna tomat pada berbagai umur petik (Wiriadinata dan Purwadaria, 1992).

3.3. Perancangan Kemasan Selama Pengangkutan

Perancangan kemasan selama pengangkutan bermanfaat pula untuk meredam guncangan dalam perjalanan yang dapat mengakibatkan kememaran dan penurunan kekerasan hasil hortikultura. Faktor yang perlu diperhatikan meliputi kemasan : jenis, sifat, tekstur dan dimensi bahan kemasan, komoditas yang diangkut : sifat fisik, bentuk, ukuran, struktur, dan pola susunan, biaya pengangkutan dibandingkan dengan harga komoditas, permintaan waktu, jarak dan keadaan jalan yang dilintasi.

Program simulasi komputer untuk merancang kemasan dari karton dan pola penumpukan kemasan di atas truk angkutan telah dikembangkan untuk buah-buahan berbentuk bola dengan pertolongan meja getar pneumatik dan perakitan instrumentasi yang dirancang oleh IPB dan BPP- Teknologi (Darmawati *et al.*, 1992)

3.4. Memilih Film Kemasan MAP Untuk Mempertahankan Mutu

Pengemasan atmosfer termodifikasi (MAP) dilakukan pada pengemasan eceran di pasar swalayan untuk buah-buahan dan sayuran tanpa memperhatikan jenis film kemasan yang dipakai. Padahal, jenis film kemasan yang tidak tepat akan mengakibatkan pemendekan masa simpan dari pada mempertahankannya karena komposisi atmosfer di dalam kemasan berubah akibat daya permeabilitas film kemasan yang berbeda-beda dalam meneruskan gas hasil pernapasan.

Sejak tahun 1985, IPB telah mengembangkan metode untuk menentukan jenis kemasan film MAP (Modified Atmosphere Packaging) bagi masing-masing jenis komoditas buah-buahan, sayuran dan bunga-bunga. Sebagian hasil penelitian MAP untuk sayuran dan buah-buahan disajikan dalam Tabel 3 (Purwadaria, 1995). Hasil penelitian ini telah dipakai secara komersial oleh Tenant Inkubator Agrobisnis dan Agroindustri, IPB.

3.5. Mengendalikan Lingkungan Untuk Memperpanjang Masa Simpan : *Controlled Atmosphere Storage*

Penyimpanan dengan atmosfer terkendali (Controlled Atmosphere Storage, CAS) telah lama diterapkan secara komersial di negara subtropika misalnya untuk apel dan kubis sehingga dapat diekspor sepanjang tahun. Laboratorium TPPHP-IPB sejak tahun 1996 mengkaji kemungkinan penerapan CAS untuk durian (Sumardi *et al.*, 1996 dan Pujantoro *et al.*, 1996) melalui program RUT IV. CAS dapat dimanfaatkan pula untuk pengangkutan dengan kapal laut untuk jarak jauh di samping untuk penyimpanan. Hasil awal menunjukkan bahwa durian yang disimpan dalam komposisi 5 % O₂ dan 5 % CO₂ pada suhu 5 °C dapat bertahan selama 45 hari.

3.6. Menyediakan Produk Bermutu Yang Siap Pakai - *Minimally Processing*

Penyediaan buah-buahan dan sayuran siap makan dan siap masak menjadi kecenderungan masa kini karena kesibukan kerja suami istri dan kenaikan standar hidup pada umumnya. Pengolahan minimal (minimal processing) buah-buahan dan sayuran adalah proses pembuangan kulit, pembersihan,

pembuangan biji dan pemotongan daging buah atau sayuran ke dalam bentuk siap makan atau siap masak. Secara tradisional, pengolahan minimal di Indonesia telah lama dilakukan untuk nangka, pepaya, nenas, mangga, kedondong dan semangka. Di Thailand, pengolahan minimal dilakukan pula untuk durian dan manggis (Siriphanich, 1993). Pengolahan minimal akan memperpendek masa simpan karena persinggungan permukaan komoditas dengan udara meningkatkan pencemaran jasad renik. Kulit buah dan sayuran yang melindungi komoditas dapat diganti dengan lapisan film yang dapat dimakan (edible-coating) dari protein atau karbohidrat seperti pada wortel (Avena- Bustillos et al., 1993 dan 1994).

Sistem buah berlapisan film dapat dimakan untuk proses pengolahan minimal dalam kemasan MA merupakan struktur yang rumit. Mekanisme alih O₂, CO₂ dan ethylene selama pernapasan komoditas melalui film dapat dimakan dan film kemasan, perlu dikaji untuk mencari model simulasi yang dapat menentukan umur simpan. Pengisian satu kemasan dengan beberapa jenis buah dan sayuran siap makan dan siap masak akan menambah daya tarik permasalahan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB akan mulai penelitian kasus ini untuk mangga dan salak dengan dukungan hibah penelitian program URGE dari DIKTI-DEPDIBUD dalam tahun 1997.

3.7. Menerapkan Kontrol Otomatik Dalam Proses Penanganan Dan Pengolahan

Kontrol otomatis dibutuhkan untuk pekerjaan berulang-ulang yang membutuhkan ketelitian dan keandalan yang tinggi dalam tempo yang cepat, serta yang bersifat non-destruktif. Penilaian

Tabel 3. Jenis film kemasan, suhu dan keadaan optimum MA untuk sayuran, buah-buahan dan bunga-bunga¹⁾

Komoditas	Keadaan MA Optimum	Jenis Film	Masa Simpan, hari		Suhu, °C	Tambahn Biaya Rp komoditas (Berat komoditas g)
			MA	Tanpa MA		
1. Timun Jepang	6-8% O ₂ 11-13% CO ₂	White Stretch Film	17	7	5	260/650 (495)
2. Zucchini	9-11% O ₂ 14-16% CO ₂	White Stretch Film	17	5	10	260/700 (470)
3. Cabe Merah	4-8% O ₂ 4-8% CO ₂	LDPE, 0.04mm	9	6	5	115/610 (300)
4. Cabe Hijau	8-12% O ₂ 12% CO ₂	LDPE, 0.03mm	9	6	5	115/375 (300)
5. Kacang Merah	0-3% O ₂ 10% CO ₂	LDPE, 0.03mm	12	4	10	115/450 (200)
6. Kapri	5-8% O ₂ 10% CO ₂	LDPE, 0.03mm	12	7	10	115/390 (85)
7. Kembang Kol	4-7% O ₂ 12% CO ₂	LDPE, 0.04mm	12	5	5	175/1600 (450)
8. Brokoli	4-7% O ₂ 12% CO ₂	LDPE, 0.04mm	8	3	5	175/2180 (380)
9. Lobak Putih	5-7% O ₂ CO ₂	LDPE, 0.04mm	12	3	10	115/500 (500)

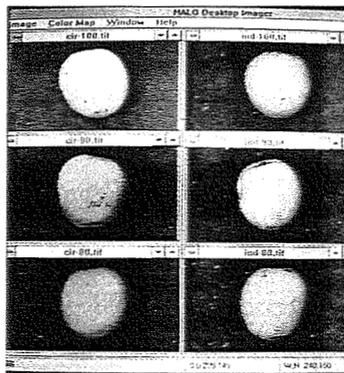
10. Lobak Merah	5-7% O ₂ 6-8% CO ₂	PP 0.03mm	12	3	10	115/800 (400)
11. Tomat Apel	8-12% O ₂ 2-4% CO ₂	Stretch Film	58	32	15	120/600 (500)
12. Salak Pondoh	2-6% O ₂ 10-18% CO ₂	Stretch Film	30	28	10	129/3000 (1000)
13. Belimbing	3-10% O ₂ 3-7% CO ₂	PP 0.04mm	44	8	10	20/400 (280)
14. Sawo	3-5% O ₂ 8-10% CO ₂	Stretch Film 0.057mm	15	5	15	130/1225 (350)
15. Rambutan (Binjai)	3-5% O ₂ 12-15% CO ₂	Stretch Film 0.057mm	16	3	15	130/800 (400)
16a. Arben Chandler	2-5% O ₂ 13-17% CO ₂	Stretch Film 0.057mm	10	5	10	94/1875 (150)
16b. Arben Oso	2-5% O ₂ 13-17% CO ₂	Stretch Film 0.057mm	10	5	10	96.5/1875 (250)
17. Mawar Tineke	1-3% O ₂ 6-9% CO ₂	LDPE 0.04 mm	7	3	5	40/7500 (10 tangkai)

- 1) Ditetapkan oleh metode yang dikembangkan di laboratorium Teknik Pengolahan Pangan Dan Hasil Pertanian, Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.

rasa buah-buahan atau penentuan cacat di dalam buah secara manual tidak dapat dilakukan tanpa memotong buah. Teknik yang canggih dari kontrol otomatis memungkinkan hal ini.

Sistem sortasi buah-buahan dengan *image processing* dan NIR (Near Infrared Reflectance) telah dikaji antara lain pada apel, buni biru,cheri (Brown and Timm,1993), peach (Miller and Delwiche, 1988), jeruk (Maeda,1987) per dan peach (Yamashita et al., 1990 dan Ikeda et al.,1992) serta penerapan getaran akustik dan ultrasonik pada apel, melon dan nenas (Chen and Sun,1991 and Shmulevich et al.,1993). Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP)-IPB telah berhasil merakit prototipe alat sortasi dengan *image processing* dan NIR untuk mangga gedong (Gambar 7) dalam tahun 1994-1996 yang bukan saja dapat membedakan warna dan ukuran tetapi dapat pula menggolongkan rasa buah menjadi empat kelompok yaitu manis, manis asam, asam, dan hambar (Purwadaria et al.,1995, Saputra et al.,1995 dan Purwadaria dan Budiastra, 1997). Kapasitas prototipe alat sortasi adalah 75 kg/jam dengan derajat ketelitian dan keandalan untuk *image processing* sama-sama 95%, sedangkan untuk sistem NIR berturut-turut 70% dan 83%. Hasil penelitian yang didanai oleh program RUT II ini (Riset Unggulan Terpadu) masih membutuhkan uluran tangan sektor industri untuk mencapai tahap komersialisasi.

Universitas Ryukyu, Jepang pada waktu yang hampir sama baru mencapai tahap pengkajian hubungan gelombang NIR dengan kandungan gula (total soluble solid) dalam mangga Keitt, Irwin dan Sensation, kultivar dari Amerika Serikat dan Australia (Tanabe et al., 1996).



Gambar 7. Prototipe alat sortasi mangga dan hasil *image processing* (Purwadaria and Budiastra, 1997).

Meskipun demikian, sejak awal penelitian di Jepang ini telah didukung FANTEC Institute Co. Ltd. (dahulu MAKI Co.) salah satu industri besar manufaktur mesin pengemas buah-buahan di Shizuoka , Yokohama. Apabila tidak ada dukungan pihak industri nasional, hasil kelompok peneliti Indonesia yang akan dimintakan paten ini akan berada di bawah desakan untuk mencari kerjasama luar negeri agar semua sumber daya yang telah dipakai selama tiga tahun tersebut luput dari kesia-siaan. Laboratorium TPPHP-IPB juga akan memulai pengkajian sortasi durian dan manggis dengan ultrasonik tahun 1997 bekerjasama dengan Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung dengan dana RUT V.

3.8. Perancangan Alat Dan Mesin: Yang Sederhana Sampai Sistem Robotik

Banyak kegiatan panen dan pasca panen masih dikerjakan secara manual. Pemanenan hasil hortikultura di Indonesia pada umumnya masih dilakukan secara manual dengan pemetikan tangan atau masih menggunakan peralatan sederhana seperti gunting, parang, penjolok dan keranjang. Pemetikan dengan tangan dapat mengurangi kememaran akibat benturan mekanik tetapi dapat menjadi mahal karena kapasitas panen rendah dan kenaikan UMR buruh. Buah dengan tangkai mengandung getah juga mempersulit panen manual seperti mangga dan pisang. Kejenuhan kerja pada buruh dapat menyebabkan kelalaian menghindari tetesan getah pada permukaan kulit yang menurunkan mutu, memperpendek masa simpan hingga mengakibatkan kegagalan ekspor.

Penelitian di negara maju telah berkembang ke arah panen dengan robotik yang telah mencapai tahap prototipe robot panen untuk anggur (Kondo, 1992), semangka, per dan apel (Kawamura et al., 1983). Kerjasama penelitian dengan industri manufakturing mendorong perkembangan yang tinggal setahap lagi menuju komersialisasi. Universitas Pertanian Malaysia telah membuka program studi S-1 Robotika dan Kontrol Otomatik dan sedang melakukan pengkajian robot panen untuk kelapa sawit. Sesuai dengan perkembangan ini, Jurusan Mekanisasi Pertanian IPB telah mengirim 3 orang staf ke Jepang untuk mempelajari perangkat keras dan perangkat lunak sistem robotik untuk pertanian, serta telah mulai memasukkan matakuliah robotik dalam kurikulum teknik pertanian. Salah satu program tahun ini adalah rencana pengadaan robot dasar dan penyusunan usulan penelitian melalui program CREATA -IPB (Centre for Research on Engineering Applications in Tropical Agriculture) salah satu pusat yang didanai oleh DIKTI - DEPDIBUD melalui proyek URGE (University Research for Graduate Education).

Perancangan alat dan mesin tidak selalu berarti penerapan sistem robotik. Alat dan mesin yang lebih sederhana dapat dipakai asal mempunyai viabilitas secara ekonomis. Prototipe alat pencuci wortel pernah dirancang laboratorium TPPHP - IPB (Purwadaria, 1995), sedangkan alat pencuci dan sortasi apel serta sortasi jeruk oleh Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian - Deptan (Wiyanto et al., 1995 dan Satriyo, 1995) pada masa 1990-an tetapi belum berkembang ke tahap komersialisasi.

4. INDUSTRI MANUFAKTURING ALAT DAN MESIN PENANGANAN DAN PENGOLAHAN HASIL HOLTIKULTURA

Industri besar manufakturing alat dan mesin pertanian di Jakarta dan Surabaya memiliki bengkel yang modern dengan mesin bubut dan las yang diprogram komputer seperti CNC, tungku peleburan dan pengecoran yang memadai, pemotongan pelat dengan LASER dan perancangan tiga dimensi dengan CAD-CAM. Alat dan mesin yang diproduksi dalam bidang hortikultura meliputi tangki baja tahan karat, alat sterilisasi, *heat exchanger*, mesin pengering, alat goreng hampa, mesin pemisah pulp markissa, mesin pemisah kulit buah asam, sampai ke pabrik pengolahan yang siap pakai (*turn key processing plant*). Kerjasama yang saling mendukung antara pakar rekayasa dengan industri hortikultura yang memakai mesin dan industri manufakturing sebenarnya dapat menghasilkan manfaat bagi semua pihak dalam hal penerapan mesin-mesin untuk sortasi, pengemasan dan pengolahan.

5. PENUTUP

Pangsa pasar dunia untuk hasil hortikultura yang terus meningkat merupakan peluang bagi Indonesia untuk melipatgandakan produksi dan mutu buah-buahan, sayur-sayuran dan bunga-bunga.