

PELUANG DAN TANTANGAN PENERAPAN TEKNOLOGI PADA SISTEM PERTANIAN BERKELANJUTAN: Studi Kasus Pada Pengembangan Buah Tropis Indonesia

Panca Jarot Santoso*, Affandi, Sri Yulianti dan Ellina Mansyah

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
e-mail korespondensi: 70pjsantos@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that has the potential to become a leading tropical fruit producer, which is supported by the availability of germplasm, land and human resources. Basically, the cultivating practice of tropical fruit according to the concept of sustainable agriculture has partly been realized in the community which were sourced from local wisdom and technology engineered by research. The salient aspects of sustainable tropical fruit farming are the use of local genetic resources, environmental friendly and site-specific cultivation, as well as bioecology-based pest and disease control. Various obstacles are still being faced to ground during the application of technology to support sustainable tropical fruit farming, including a narrow and scattered garden scale, limited information on crop phenology, specific environment and technology, also finite technology adoption. The challenges ahead are how to create a corporate tropical fruit farm, increase research in the field of tropical fruit with focus on providing data and information related to crop phenology and site-specific technology, including encouraging the adoption of innovative technologies with more effective dissemination.

Keywords: tropical fruits, sustainable agriculture, local germplasms, environment friendly, site-specific, bioecology

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penting penghasil buah tropis dunia. Laporan FAO menyebutkan bahwa di tahun 2018 Indonesia berada pada posisi ke-5 setelah India, China, Thailand dan Meksiko sebagai penghasil 4 jenis buah tropis utama: mangga, nanas, alpukat, dan pepaya (FAO 2019). Sedangkan untuk buah tropis lainnya, atau sering disebut sebagai buah eksotis, Indonesia merupakan produsen terbesar di kawasan Asia Tenggara (Altendof 2018). Disamping untuk memenuhi kebutuhan domestik, pasar global juga sangat terbuka untuk buah tropis. Namun demikian peran Indonesia di pasar global sangat rendah, hanya kurang dari 5% produk buah Indonesia yang berhasil diekspor. Banyak kendala yang dihadapi terutama dari segi kualitas dan kontinuitas yang belum sesuai dengan persyaratan perdagangan global.

Indonesia memiliki potensi yang besar sebagai penghasil buah tropis. Potensi ini salah satunya didukung sumberdaya genetik (SDG) yang melimpah karena merupakan pusat keragaman berbagai jenis buah tropis eksotis. Ada lebih kurang 300 spesies buah ditemukan di Indonesia dan hanya 10% saja yang telah dibudidayakan, sisanya masih tumbuh liar di hutan (Purnomo dkk 2006; Soedjito & Uji, 1987). Dilaporkan sekitar 100 spesies dari 400 spesies manggis (*Garcinia sp.*) di dunia tumbuh di berbagai pulau di Indonesia (Richard, 1990, Hambali 1996), 24 dari 35 spesies mangga (*Mangifera sp.*) (Purnomo, 1992), 21 dari 30 spesies durian (*Durio sp.*) (Santoso dkk., 2014), 14 dari 15 spesies salak (*Zalacca sp.*) (Purnomo & Sudaryono, 1993), 37 dari 76 spesies pisang (*Musa*

sp.) (Sharrock & Frison 2002), dan spesies buah lainnya seperti *Lansium sp.*, *Artocarpus sp.*, *Nepbelium sp.*, *Annanas sp.*, dan lain-lain, (Wicaksono, 2019).

Tabel 1. Daftar 10 Negara Penghasil 4 Komoditas Buah Tropis Utama Dunia Tahun 2018*

No	Nama Negara	Produksi buah tropis utama dunia (x000ton)				Total
		Mangga	Nanas	Alpukat	Pepaya	
1.	India	20.014,7	1.802,4	-	6.531,4	28.348,5
2.	China	5.027,6	2.203,9	127,2	154,0	7.512,7
3.	Thailand	4.097,6	2.349,6	-	180,5	6.627,7
4.	Meksiko	1.905,0	1.002,4	2.255,4	1.003,4	6.166,2
5.	Indonesia	2.786,3	1.830,1	353,8	887,2	5.857,4
6.	Brazil	1.627,0	2.007,2	213,0	893,0	4.740,2
7.	Filipina	676,9	2.717,4	19,2	164,3	3.577,8
8.	Costa rica	-	3.209,7	-	-	3.209,7
9.	Bangladesh	1.692,3	219,4	-	135,3	2.047,0
10.	Pakistan	1.710,3	-	-	-	1.710,3

*Diolah dari data statistik FAO 2019

Potensi kedua yang mendukung pengembangan buah tropis di Indonesia adalah ketersediaan lahan yang cukup luas. Tanaman buah tropis umumnya ditanam dilahan-lahan kering (non teknis) yang kurang dimanfaatkan untuk tanaman pangan pokok. Tahun 2018 tercatat 27.624.918 ha lahan yang sebagian besar sesuai untuk budidaya buah-buahan, yang terdiri atas 11.697.807 ha lahan tegalan/kebun, 5.256.223 ha ladang/huma, dan 10.770.888 ha lahan yang sementara tidak digunakan (Statistik Pertanian 2019). Negara ini juga memiliki zona agroekologi (ZAE) yang sesuai dan panjang. Wilayah Indonesia sepanjang 5.000.000 km dari 95° hingga 141° BT, memberikan keuntungan untuk produksi dan ketersediaan buah sepanjang tahun, termasuk ketersediaannya untuk pasar internasional. Sebagai teladan, pengamatan lapangan pada durian menunjukkan bahwa rata-rata masa panen durian adalah sekitar 8 bulan setiap tahun. Di beberapa tempat, seperti di Sumatera Utara dan Sulawesi Selatan, durian berbuah sepanjang tahun dengan berganti-ganti lokasi panen (Santoso, 2012).

Potensi lain pada agribisnis buah di Indonesia adalah kecukupan sumber daya manusia khususnya tenaga kerja sektor pertanian. Jumlah pekerja pada Februari 2018 adalah 133.940.000 orang dengan tingkat partisipasi sekitar 69,20 persen (BPS, 2018). Di antara para pekerja ini sebanyak 38.875.389 orang (30%) bekerja di sektor pertanian (Statistik Pertanian 2018). Kementerian Pertanian juga telah berinisiatif untuk meningkatkan minat kaum muda dalam bisnis pertanian melalui “program petani milenial”. Ini sesuai dengan kebijakan pemerintah tahun 2019 yang dinamai tahun sumber daya manusia. Program lain yang akan dikembangkan adalah program sertifikasi kompetensi di bidang keahlian di sektor pertanian melalui pelatihan profesional (Humas Kementan, 2019).

B. KONDISI TERKINI PENGEMBANGAN BUAH TROPIS DI INDONESIA

Pada tahun 2019, total produksi buah tropis Indonesia mencapai 21.290.549 ton dengan lima produksi tertinggi adalah pisang (7,28 juta ton), diikuti mangga (2,81 juta ton), jeruk (2,56 juta ton), nanas (2,19 juta ton), dan durian (1,17 juta ton); produksi ini dipanen dari total luas areal 986.937 ha dengan lima luas areal tertinggi adalah mangga (284.293 ha) diikuti rambutan (111.294 ha), pisang (105.799 ha), durian (105.345 ha), dan jeruk (73.083 ha) (Kementerian Pertanian 2020). Jumlah luas areal tidak berbanding lurus dengan produksi karena potensi produksi yang berbeda juga dimungkinkan karena perhatian yang berbeda. Sebagai contoh, untuk komoditas rambutan produktifitasnya sangat rendah diduga karena saat panen raya banyak buah ditinggalkan di pohon akibat harga yang sangat rendah tidak seimbang dengan biaya panen. Secara umum produktifitas yang tinggi (> 60 ton/ha) dicapai oleh jenis tanaman yang berbuah tanpa musim seperti pisang, nanas dan pepaya; produktifitas menengah dicapai oleh jenis buah yang musim panen tidak tegas seperti jeruk, salak, belimbing, dan jambu biji; dan produktifitas yang rendah dihasilkan oleh jenis tanaman buah yang musim panennya tegas seperti mangga, durian, duku, manggis dan lain-lain.

Pola budidaya buah tropis di Indonesia, setidaknya ada tiga tingkatan, pertama adalah pola budidaya pekarangan dan ladang. Pola ini mendominasi dan diperkirakan lebih dari 60% dari total kebun buah di Indonesia. Karakteristik dari usaha tani buah pekarangan adalah pengelolaan kebun yang tradisional, subsisten, jenis tanaman campuran, benih dari biji (beragam), varietas tidak dikenal (bukan varietas unggul), tanpa input yang memadai. Buah-buahan seperti manggis, nangka/cempedak, pisang, durian dan duku banyak dipanen dari lokasi seperti ini. Pola ini banyak ditemui di lokasi-lokasi yang jauh di pelosok dimana produksi buah dominan untuk kebutuhan pribadi dan pasar lokal. Dari lokasi seperti ini, walaupun ada produk yang bagus pun tidak mendapatkan harga yang layak karena masalah akses transportasi yang tidak lancar.

Pola budidaya yang kedua adalah semi-intensif. Pola budidaya dengan skala yang lebih luas dari budidaya pekarangan dengan kondisi umumnya lebih baik, misalnya para pekebun sudah menggunakan benih bermutu dan varietas unggul serta sudah menggunakan input walaupun masih terbatas. Pola ini banyak ditemui pada budidaya jeruk, mangga, jambu biji, jambu air, dan belimbing. Para pekebun umumnya masih belum menentukan target pasar dengan kualitas produk tertentu, bahkan jenis komoditi yang ditanam juga lebih sering mengikuti trend dan penjualan masih model borong semua kelas. Permasalahan sering timbul adalah saat panen raya dan buah banyak, yaitu harga jatuh dan bahkan ongkos panen kadang lebih mahal dari harga buahnya.

Pola budidaya pekarangan dan semi-intensif umumnya juga menghadapi permasalahan lanjutan, misalnya para pekebun belum menerapkan teknik panen dan pasca panen, serta distribusi yang baik. Buah sering dipanen belum masak optimal, tidak ada pengkelasan (sortasi dan grading), tidak menggunakan packaging yang memadai, transportasi yang belum menggunakan alat pendingin, buah biasanya hanya ditumpuk di bak kendaraan dan ditutup terpal sehingga sepanjang perjalanan terpapar udara yang panas.

Akibat dari penanganan yang buruk ini diperkirakan kehilangan hasil buah mencapai 35-50%.

Tabel 2. Data Produksi, Luas Panen dan Produktifitas Buah Tropis di Indonesia 2019*

No	Komoditas	Produksi (ton)	Luas Panen (ha)	Produktifitas (ton/ha)
1.	Pisang	7.280.659	105.799	68,82
2.	Mangga	2.808.936	284.293	9,88
3.	Jeruk	2.563.486	73.083	35,08
4.	Nanas	2.196.456	27.750	79,15
5.	Durian	1.169.802	105.345	11,10
6.	Pepaya	986.991	12.852	76,80
7.	Salak	955.763	27.050	35,33
8.	Nangka & Cempedak	779.859	69.025	11,30
9.	Rambutan	764.583	111.294	6,87
10.	Alpukat	461.613	36.840	12,53
11.	Duku & Langsung	269.337	32.857	8,20
12.	Manggis	246.476	29.573	8,33
13.	Jambu biji	239.405	13.321	17,97
14.	Sawo	144.964	14.477	10,01
15.	Jambu air	122.943	18.676	6,58
16.	Sukun	122.481	15.163	8,08
17.	Belimbing	106.067	3.791	27,98
18.	Sirsak	70.728	5.748	12,30
Total/rata-rata		21.290.549	986.937	21,57

*data diolah dari Statistik Pertanian 2020

Yang ketiga adalah pola kebun intensif dan skala bisnis. Pola budidaya semacam ini di Indonesia masih sangat terbatas dan diperkirakan masih kurang dari 10% dari total luas areal buah-buahan. Sebagai contoh tanaman yang telah dikelola secara intensif adalah nanas yang produksi oleh PT GGP di Lampung dengan target produksi untuk ekspor, juga sedikit tanaman pisang dan jambu biji di salah satu anak perusahaannya. Tanaman mangga di Jawa Timur sebagian kecil dikelola oleh perusahaan secara intensif dengan target pasar ekspor seperti kebun milik PT Tri Gatra, sedangkan sebagian besar masih dikelola secara subsisten dan semi intensif oleh petani mandiri atau kelompok tani. Ada perkembangan baik pada satu dekade terakhir, dimana mulai banyak investor yang tertarik berbudidaya durian, alpukat dan beberapa jenis buah lainnya dalam skala menengah antara 5-100 ha yang dikelola lebih baik dengan tujuan pasar modern.

Secara umum, semua wilayah Indonesia cocok untuk perkebunan buah tropis, tetapi lebih dari 60% produksi buah ada di pulau Jawa. Kondisi ini berlawanan dengan fakta ketersediaan lahan yang masih cukup luas ada di Sumatera dan Kalimantan. Sekitar 75% buah mangga Indonesia diproduksi di pulau Jawa dengan wilayah terbesar di Jawa Timur. Provinsi ini juga merupakan produsen terbesar buah jeruk yang meliputi 38% dari produksi nasional. Produksi pisang terbesar berasal dari Jawa Barat dan Jawa Timur, yang mencakup sekitar 45% dari total area produksi pisang. Lampung menyumbang 20% dari produksi pisang dan sisanya 35% ditanam di seluruh Indonesia. Lampung juga menyumbang 34%

produksi nanas nasional. Manggis umumnya ditemukan lebih banyak di Jawa dan sebagian besar Sumatera. Durian tersebar merata di seluruh Indonesia, dengan wilayah produksi terbesar adalah Jawa Timur yang menyumbang 27% produksi nasional.

Permintaan buah tropis meningkat pesat baik untuk pasar domestik maupun ekspor. Permintaan buah-buahan tropis oleh konsumen di daerah perkotaan sangat besar karena perubahan gaya hidup terkait dengan kesadaran dalam praktik kesehatan yang baik, termasuk mengurangi konsumsi karbohidrat. Konsumsi buah perkapita penduduk Indonesia masih tergolong rendah yaitu sekitar 34,5 kg/kapita/tahun, jumlah ini jauh dibawah standard WHO yang menetapkan 73 kg/kapita/tahun (Priherdityo 2016). Kondisi ini memberikan peluang bagi pengembangan buah di dalam negeri karena pasar domestik masih terbuka. Buah tropis yang paling umum dikonsumsi di Indonesia adalah pisang (9.9 kg/kapita/tahun), pepaya (5.3 kg/kapita/tahun), jeruk (3.5 kg/kapita/ tahun), dan salak (2.3 kg/kapita/ tahun) (Statistik Pertanian 2018).

Data ekspor tahun 2019 menunjukkan total ekspor buah buahan Indonesia sebesar 753.341,4 ton atau sekitar 3,51% dari total produksi dengan nilai 323,51 juta US dolar. Ekspor buah tertinggi adalah nanas, manggis, pisang, dan mangga dengan volume ekspor 215.170 ton, 27.797 ton, 22.745 ton, dan 1.115 ton. Di tahun yang sama total impor buah sebesar 724.131,1 ton atau 3,37% dari total produksi dengan nilai 1.486,01 juta US dolar. Impor buah tertinggi adalah pir, apel, jeruk, anggur, lengkeng dan kiwi dengan volume 167.685 ton, 156.555 ton, 137.984 ton, 115.717 ton, 74.761 ton, dan 4.801 ton. Pakar industri buah memperkirakan sekitar 80% buah tropis dikonsumsi segar daripada diolah atau kalengan, dengan pengecualian untuk nanas, jeruk, dan mangga (Statistik Pertanian 2018; BPS 2020). Dari data diatas menunjukkan bahwa impor buah subtropis lebih tinggi daripada impor buah tropis, namun nilai impor lebih dari 4 kali lipat.

C. KONSEP PERTANIAN BERKELANJUTAN

Pertanian berkelanjutan merupakan bagian dari konsep pembangunan berkelanjutan yang diperkenalkan dalam *World Conservation Strategy* diterbitkan oleh *United Nations Environment Programme* (UNEP) pada tahun 1980. Telah banyak dimunculkan berbagai definisi tentang pembangunan berkelanjutan, namun definisi yang secara umum diterima oleh masyarakat internasional adalah sebagaimana yang disusun oleh *Bruntland Commission*, yaitu pembangunan untuk memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa menurunkan atau merusak kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (United Nations 1987; Langhelle 1999).

Pembangunan berkelanjutan terdiri atas tiga dimensi utama yaitu keberlanjutan ekonomi, lingkungan dan sosial. *Keberlanjutan ekonomi* diartikan sebagai pembangunan yang mampu menghasilkan barang dan jasa secara kontinyu untuk memelihara keberlanjutan produksi pertanian dan industri. *Keberlanjutan lingkungan* dimaksudkan bahwa pembangunan mampu memelihara sumber daya (keanekaragaman hayati, ruang udara, dan fungsi ekosistem lainnya) yang stabil dan menghindari eksploitasi. *Keberlanjutan sosial* diartikan sebagai sistem yang mampu mencapai kesetaraan, penyediaan layanan sosial termasuk kesehatan, pendidikan, gender, dan akuntabilitas politik (Rivai & Anugrah, 2011).

'Pertanian berkelanjutan' selanjutnya diartikan sebagai pengelolaan sumberdaya untuk usaha pertanian guna membantu kebutuhan manusia yang berubah sekaligus dipertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumberdaya alam (TAC/CGIR 1988). Lebih lanjut Sudalmi (2010) menyatakan bahwa pertanian bisa dikatakan berkelanjutan jika mencakup hal-hal berikut: 1) *Mantap secara ekologis*, yang berarti bahwa kualitas sumberdaya alam dipertahankan dan kemampuan agroekosistem ditingkatkan; 2) *Berkelanjutan secara ekonomi*, yang berarti bahwa petani bisa cukup menghasilkan pendapatan sendiri untuk memenuhi kebutuhan; 3) *Adil*, yang berarti bahwa sumberdaya dan kekuasaan didistribusikan sedemikian rupa sehingga kebutuhan dasar semua anggota masyarakat dan hak-hak mereka dalam menggunakan lahan terpenuhi, termasuk akses modal, teknologi, dan pemasaran, serta kesempatan untuk berperan serta dalam pengambilan keputusan; 4) *Manusiawi*, yaitu semua bentuk kehidupan dan martabat dasar semua makhluk hidup dihargai dan dihormati; dan 5) *Luwes*, yaitu masyarakat mampu menyesuaikan kondisi usahatani yang terus berubah.

Kehidupan ekosistem alami yang telah berlangsung ribuan bahkan mungkin jutaan tahun berjalan dalam keadaan keseimbangan. Campur tangan manusia dalam segala aspek kehidupan membuat keseimbangan alam ini terganggu. Tidak lepas dari kondisi ini juga terjadi pada bidang pertanian yang secara langsung terkait dengan ekosistem dan proses alam. Teknologi pertanian baru yang pada dasarnya merupakan sistem pertanian monokultur telah mengubah ekosistem alami yang seimbang menjadi sistem binaan yang tidak seimbang (Aryantha 2002). Pertanian binaan intensif yang di dalam pelaksanaannya banyak melibatkan berbagai bahan tambahan seperti pupuk dan pestisida pabrikan telah terbukti merusakkan lingkungan biotik dan abiotik serta kesehatan manusia. Dalam lingkup budidaya buah tropis di Indonesia, sejauh ini belum banyak yang dikelola secara intensif sehingga tingkat kerusakan ekosistem belum setinggi di sektor tanaman pangan. Namun demikian, perkembangan budidaya tanaman buah tropis yang pesat oleh para investor menengah pada dekade terakhir perlu diantisipasi dengan mengembangkan pola budidaya dan teknologi untuk menjaga keberlanjutan ekosistem pertanian.

D. TEKNOLOGI PERTANIAN BERKELANJUTAN PADA BUAH TROPIS

Disadari atau tidak, di masyarakat sebenarnya telah banyak diterapkan teknologi pertanian buah tropis yang sifatnya mendukung konsep berkelanjutan. Namun demikian dalam makalah ini akan kita tinjau teknologi tersebut dari tiga bidang yaitu pemanfaatan potensi sumberdaya genetik lokal, aspek ekofisiologi, dan aspek pengelolaan hama dan penyakit.

1. Pemanfaatan potensi sumberdaya genetik lokal

Sudah dikenal umum bahwa Indonesia merupakan sebagai salah satu negara Mega Biodiversity di dunia. Sebagai salah satu unsur utama ekosistem pertanian, sumberdaya genetik memegang peranan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan. SDG lokal menyimpan potensi sebagai bank gen bagi pertanian modern untuk kelangsungan pengembangan dan perbaikan sifat tanaman melalui kegiatan seleksi dan pemuliaan (*breeding*). SDG lokal terbukti menyediakan *gene pool* dengan kemampuan heterosis tinggi, sebagai teladan: kekayaan SDG padi Peta telah menyumbang bagi suksesnya revolusi hijau

dengan lahirnya beberapa varietas padi *ajaib* IR5 dan IR8 yang mampu memproduksi 3x lipat (Haryono, 2014).

Upaya pertama dalam pengembangan SDG buah tropis di Indonesia telah dimulai sebelum kemerdekaan ditandai dengan terbangunnya kebun koleksi mangga di Cukurgondang, Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan di tahun 1941. Sebanyak 289 aksesi mangga lokal dan introduksi telah dikoleksi dan menjadi kebun koleksi mangga terbesar di ASEAN. Kebun koleksi ini dibawah pengelolaan Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika (Balitbu Tropika) Balitbangtan. Koleksi dan pengelolaan SDG buah tropis lainnya juga dilaksanakan Balitbu Tropika, diantaranya koleksi rambutan, manggis, pisang, durian, alpukat dan salak. Koleksi SDG ini telah dimanfaatkan untuk kegiatan seleksi dan *breeding* untuk menghasilkan varietas unggul baru (VUB).

Kegiatan *breeding* buah tropis, walaupun membutuhkan waktu yang lama hingga puluhan tahun juga menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan. Balitbu Tropika sebagai salah satu institusi pengemban tugas pengembangan buah tropis telah melaksanakan kegiatan *breeding* pada beberapa komoditas buah tropis diantaranya pisang (Sukartini *dkk.*, 2019), mangga (Karsinah *dkk.*, 2014), salak (Hadiati *dkk.*, 2008), durian (Santoso *dkk.*, 2016), dan pepaya (Budiyanti *dkk.*, 2017). Kegiatan pemuliaan yang telah dimulai tahun 1998 telah berhasil meluncurkan beberapa VUB diantaranya pisang Ina-03 (Ketan x Calcutta-4), mangga Agri Gardina (Arumanis 143 x Saigon) dan Denarum (Arumanis 143 x Haden), 3 varietas salak Sari Intan (Bali x Pondoh), pepaya Merah Delima (Sekaki x Eksotika) dan Dapina (Dampit x California), dan berbagai calon VUB yang sedang dievaluasi diantaranya salak, mangga dan durian.

Pemanfaatan langsung SDG lokal juga menunjukkan penerimaan yang sangat tinggi. Hampir semua varietas unggul pada semua komoditas buah tropis yang berkembang adalah hasil seleksi *indigeneous*. Semua jenis manggis yang berkembang dan menjadi produk ekspor adalah SDG lokal *indigeneous*, bahkan banyak yang belum memiliki nama varietas kecuali nama daerah asal buah. Diantara puluhan jenis pisang yang populer di masyarakat, hanya satu yang asal introduksi. Semua jenis mangga yang berkembang diantaranya: Arumanis, Manalagi, Golek, Gedong Gincu, Podang, Indramayu, dan Gadung adalah SDG lokal. Sebanyak 104 VUB durian yang terdaftar di Kementan, hanya 4 yang intoduksi pun semua ditempat asalnya adalah hasil seleksi *indigeneous*. Demikian juga buah tropis yang lain seperti rambutan, salak, belimbing, sawo, alpukat, duku, dan sirsak semua merupakan SDG lokal.

Selain untuk kegiatan pemuliaan dan seleksi, diantara SDG tanaman buah lokal juga berpotensi untuk dimanfaatkan dengan peningkatan nilai tambah. Salah satunya adalah dengan mengedepankan nilai kesehatan. Beberapa jenis buah masuk ke Indonesia dan mencuri perhatian konsumen adalah dengan dibumbui promosi kesehatan misalnya buah kiwi dan buah naga (Ingrid & Santoso 2014; Wiardiani *dkk.* 2014), walaupun dari segi selera kedua buah ini bukanlah tipe kesukaan orang Indonesia. Demikian juga, pada dekade ini permintaan buah alpukat meningkat sangat tajam karena atribut yang disandangnya sebagai '*superfoods*' (Huber, 2017). Bahkan untuk manfaat yang satu ini tidak hanya spesies yang menghasilkan buah konsumsi tetapi juga manfaat organ lainnya, misalnya manfaat pengobatan herbal seperti kulit manggis yang mengandung senyawa *xanthone* dan daun

sirsak yang mengandung *acetogenin*, keduanya bermanfaat sebagai anti kanker (Putri 2015; Utari dkk. 2013). Salah satu kegiatan peningkatan nilai tambah telah dilaksanakan di Balitbu Tropika melalui produk *Garci Tea*. Yaitu produk teh herbal dari daun dan buah asam gelugur (*Garcinia* sp.). Kegiatan utamanya didasari oleh upaya konservasi kerabat manggis agar tetap lestari dengan meningkatkan pemanfaatan oleh masyarakat (Yanti & Novarista, 2017).

2. Aspek ekofisiologi pada budidaya buah tropis

Ekofisiologi mengaitkan proses tumbuh kembangnya tanaman dengan menitikberatkan pada semua faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap proses di dalam tanaman. Hal ini sesuai dengan dimensi lingkungan pada konsep pertanian berkelanjutan. Pendekatan ekologi pada sistem budidaya pertanian dapat diartikan bahwa pertanian dianggap sebagai produk dinamis kegiatan makhluk hidup yang kompleks di mana manusia berinteraksi dengan tanah, air, tanaman dan sistem kehidupan organisme bawah tanah dalam upaya mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia (Makarim, 2009). Sehubungan dengan hal itu, dalam mengembangkan tanaman buah-buahan tropis berkelanjutan, beberapa hal berikut dirasa perlu dikaji dan dipertimbangkan: i) mekanisme penyebaran sumberdaya genetik dan interaksi antar organisme dalam agroekosistem; ii) evaluasi kesesuaian lahan dan peran lingkungan dalam mengatur pertumbuhan dan produksi tanaman; iii) hubungan air, hara dan iklim mikro dengan proses fisiologi tanaman; dan iv) penggunaan zat pengatur tumbuh dan pengaruhnya terhadap tanggap fisiologi hormon tanaman. Aplikasi dilapang dari aspek ekofisologis dapat dikelompokkan sbb.:

a. Budidaya ramah lingkungan

Kelestarian sumberdaya lahan pertanian dan mutu lingkungan serta keberlanjutan sistem produksi merupakan hal yang kritical bagi usaha pertanian di negara tropis, termasuk Indonesia. Budidaya tanaman buah harus mempertimbangkan tingkat curah hujan yang besar berdampak terhadap kerusakan lahan sebagai akibat erosi permukaan, menjadikan lahan pertanian kehilangan lapisan olah dan hara tanah, terutama pada lahan berbukit dan berlereng. Terkait kelestarian sumberdaya lahan, kultur teknis yang dianjurkan adalah pembuatan teras-teras, menanam sejajar dengan garis kontur, budidaya pola lorong, dan budidaya pola tumpangsari.

Tanah sebagai media tanam merupakan ekosistem yang dinamis dimana tanah yang sehat secara umum kaya akan organisme tanah yang berperan dalam mengubah sisa tanaman atau hewan yang mati menjadi unsur hara tanaman (Dahuri, 1998). Praktik usahatani yang sangat intensif menghalangi terjadinya proses pengembalian sisa tanaman dan bahan organik ke dalam tanah, disamping mengakibatkan terjadinya penambangan hara tanah tingkat tinggi. Adanya praktik pertanian konvensional secara terus menerus telah meningkatkan penggunaan bahan sintesis berupa pupuk dan pestisida secara berlebihan dan tidak ramah lingkungan yang secara langsung berdampak pada degradasi lahan dan lingkungan serta menurunkan kualitas hasil produksi pertanian dan mengancam keberlanjutan sistem produksi pertanian. Hingga saat ini degradasi lahan yang terjadi Indonesia telah mencapai 48,2 juta ha, atau meliputi 25% dari luasan total lahan (Dariah dkk., 2016; Sihotang, 2010; Sumarno, 2018).

Interaksi antara bahan organik tanah, air, dan mineral tanah penting untuk kesuburan dan kesehatan tanah. Oleh karena itu, pemeliharaan kandungan bahan organik tanah dan mengoptimalkan siklus hara tanaman sangat penting untuk dapat menjaga keberlanjutan produksi dan sistem usahatani. Pemberian bahan organik dan bila perlu dengan penambahan pupuk kimia secara berimbang akan meningkatkan produktivitas lahan pertanian untuk jangka panjang (Rivai & Anugrah, 2011; Bot & Benites, 2005). Sistem pertanian yang mengarah ke organik atau semi-organik menjadi bahan pertimbangan meskipun untuk tanaman buah-buahan yang merupakan tanaman tahunan masih perlu mengandalkan input anorganik dalam pengelolaan lahannya. Penerapan *zero waste system* berupa pemanfaatan sisa-sisa tanaman dan hewan sebagai bahan organik menjadi suatu hal yang sangat mendukung. Oleh karena itu, penggunaan pupuk anorganik dan pestisida sintetis sebaiknya dapat diminimalisir melalui penambahan asupan bahan organik dan penggunaan pestisida nabati dengan dosis tepat guna.

Disamping itu, input produksi termasuk bahan organik semaksimal mungkin diupayakan berasal dari sekitar lokasi pertanian tersebut, agar timbul kemandirian serta bisa berkelanjutan. Hal ini juga diharapkan bisa meningkatkan kesejahteraan petani, karena salah satu komponennya yaitu diversifikasi jenis usaha tani, memungkinkan penghasilan petani tidak hanya dari hasil tanaman, namun juga dari hasil ternak yang diusahakan secara bersinergi. Idealnya dalam setiap kawasan budidaya tanaman buah terpola menjadi satu sistem 'bioindustri' yang salah satu cirinya adalah pemanfaatan sebesar-besarnya seluruh biomassa hasil pertanian untuk menghasilkan produk dan produk ikutan bernilai tinggi dengan dampak negatif minimal bagi lingkungan (Simatupang, 2014).

b. Budidaya spesifik lokasi

Indonesia memiliki jenis tanah dan keadaan iklim yang berbeda antara satu daerah dengan daerah yang lain, sehingga konsep pertanian berkelanjutan dari suatu wilayah tidak akan sama persis dengan wilayah yang lain. Oleh karena itu pendekatan spesifik lokasi harus dilakukan untuk melaksanakan pertanian berkelanjutan dengan memperhatikan keadaan sumber daya fisik, ekonomi, dan sosial budaya setempat. Demikian juga dalam upaya pengembangan kawasan buah-buahan secara berkelanjutan sebaiknya juga dilakukan dengan pendekatan spesifik, dimana lebih diarahkan pada daerah-daerah yang memiliki kesesuaian agroklimat sehingga secara ekologi dalam jangka panjangnya tanaman diharapkan mampu berproduksi baik secara terus menerus dan secara finansial mampu meningkatkan pendapatan, kesejahteraan serta kualitas hidup baik petani maupun masyarakat umumnya tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan.

Adanya keragaman kondisi lingkungan biofisik tanaman buah, sosial, ekonomi petani dan masyarakat terutama yang berada di pedesaan menuntut pendekatan yang lebih komprehensif dan holistik dengan sejumlah alternatif teknologi untuk spesifik lokasi. Dengan demikian, berbagai alternatif komponen teknologi siap terap pada kondisi lingkungan spesifik, baik berupa varietas maupun teknik pengelolaan lahan, air, tanaman, dan organisme pengganggu perlu diuji cobakan pada daerah lainnya yang memiliki kondisi agroekosistem yang sama.

3. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Terpadu berbasis Bioekologi

Pengendalian hama dan penyakit yang efektif dan efisien hanya bisa di capai dengan mengintegrasikan semua teknik pengendalian yang dikenal sebagai pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT). Dalam pengendalian ini semua faktor dalam ekosistem harus diperhatikan interaksinya yaitu, (1) Hama dan penyakit, (2) Tanaman dan (3) Lingkungan.

Pengetahuan tentang jenis hama dan penyakit (*species*), perilaku, bio-ekologi yang mendukung/menghambat perkembangan, inang utama Hama dan Penyakit tersebut (tanaman yang di rusak) dan Bagian tanaman (fase tumbuh) yang berasosiasi dengan hama dan penyakit merupakan informasi dasar yang harus diketahui. Jenis tanaman utama yang dibudidayakan, fase tumbuh dan prediksi kemunculannya dalam kalender tahunan serta keberadaan tanaman inang HPT di lokasi budidaya merupakan faktor penentu untuk mengantisipasi datangnya hama dan penyakit. Faktor iklim yang mendukung perubahan fase tumbuh tanaman dan perkembangan/menghambat hama dan penyakit mutlak untuk diketahui guna untuk memprediksi perkembangan populasi. Faktor iklim tersebut utamanya adalah curah hujan, suhu dan kelembaban (Walter, 2008; Affandi *dkk.*, 2019).

Tindakan pencegahan (*preventive*) guna menghambat berkembangnya populasi minimal untuk menimbulkan kerusakan lebih dianjurkan (manipulasi tanaman dan lingkungan dalam hal menghilangkan ketersediaan pakan dan niche untuk memperbanyak diri) (Affandi *dkk.*, 2019).

Jika populasi hama dan penyakit sudah melebihi ambang batas dan menimbulkan kerugian ekonomi maka tindakan reaktif dengan menggunakan pestisida tidak bisa dihindarkan lagi (dianjurkan berbasis *Mode of Action*/bergantian dalam penggunaan berbasis bagian tubuh HPT yang dirusak, misal racun nafas, racun syaraf, racun lambung, hidrolisis *exoskeleton*, dll). Jika semua tindakan tidak berhasil maka eradikasi/ pemusnahan merupakan pilihan terakhir yang harus dilakukan.

Strategi pengelolaan HPT pada umumnya akan berhasil jika dilakukan tindakan pencegahan (*preventive*) inisiasi populasi awal. Manipulasi ekologi, biologi, kimia dan rekayasa genetic merupakan tindakan yang biasa dilakukan agar populasi awal tetap rendah. Manipulasi biologi dan ekologi biasanya berhubungan dengan pengaturan tanaman dan lingkungan dalam hal menghilangkan ketersediaan pakan dan niche untuk memperbanyak diri (Walter, 2008).

Meningkatkan peluang ke-tidaksesuai-an antara fase tumbuh tanaman dan keberadaan HPT merupakan manipulasi ekologi dan biologi yang umum dilakukan. Selanjutnya, memperpanjang siklus hidup HPT dengan mengurangi kapasitas perkembangan juga akan menurunkan daya rusak HPT. Memperpendek periode hidup tanaman juga akan mengurangi waktu kontak dengan HPT sehingga kerusakan yang mungkin akan ditimbulkan menjadi rendah (Walter & Hengeveld, 2014).

Jika populasi HPT sudah melampaui ambang batas populasi untuk menyebabkan kerusakan (*Economic Threshold/ET*) dan menyebabkan kerugian secara ekonomi (*Economic Injuri Level/EIL*) maka penggunaan pestisida merupakan pilihan terakhir yang tidak bisa dihindarkan. Penggunaan pestisida dianjurkan tepat sasaran (berbasis bagian HPT yang dirusak / *mode of action*), dosis, waktu dan alat saat aplikasi. Jika penggunaan pestisida masih belum bisa menurunkan populasi di bawah ET dan EIL maka tindakan

eradikasi/pemusnahan merupakan suatu keharusan agar kerugian yang lebih besar pada area kebun tidak semakin meluas dan merugikan petani yang lainnya (Abrol, 2013).

Hama dan penyakit yang banyak di keluhkan oleh petani buah tropis:

- a. Hama Penggerek buah/pucuk/ranting/batang
Hama penggerek yang endemik di daerah rendah basah tropis, contoh penggerek buah/biji durian (*Canogethes punctiferales* Guenee/*Mudaria luteileprosa* Holloway), penggerek buah manga (*Sternochetus frigidus* (Fabricius), penggerek pucuk/ranting manga (*Alcidodes* sp.), penggerek batang manga (*Rhytidodera integra* Kolbe/*Palimma annulate* Oliver).
- b. Hama lalat buah
Lalat buah yang banyak menyerang hampir semua buah tropika adalah *Bactroera dorsalis* komplek yang terdiri dari 68 spesies. Namun demikian banyak di domnasi oleh *B. carambolae* dan *B. papayae* serta *B. cucurbitae*.
- c. Penyakit jamur antraknosa (*Colletotrichum* Sp.) yang menimbulkan bercak pada kulit buah dan diikuti dengan kebusukan.
- d. Penyakit jamur *Phytophthora* Sp., dan *Phytium* Sp. Yang banyak menyebabkan kematian karena akar mengalami abnormalitas fungsi dalam pengambilan unsur hara dan air.

E. TANTANGAN PENERAPAN KONSEP PERTANIAN BERKELANJUTAN PADA BUDIDAYA BUAH TROPIS DI INDONESIA

Konsep pertanian berkelanjutan merupakan pilihan ideal bagi menjaga keberlangsungan ekosistem dalam menopang kehidupan manusia, khususnya petani buah tropis. Namun demikian, hingga saat ini masih sebagian kecil teknologi yang dapat diterapkan dan dalam lingkup terbatas karena beberapa kendala penerapannya secara luas, diantaranya sbb.:

1. Pertanian buah tropis umumnya masih skala sempit dan tersebar

Budidaya buah tropis belum menjadi prioritas di Indonesia dan masih jauh tertinggal dengan budidaya tanaman pangan dan perkebunan. Umumnya budidaya buah tropis masih sangat tradisional dengan mengandalkan lahan pekarangan dan tegalan yang sempit (dibawah skala ekonomi), campuran dan tersebar. Kondisi ini menjadikan produk buah berkualitas rendah, beragam jenis dan tidak berkesinambungan. Rentetan akibat berikutnya adalah harga jual yang rendah, akses transportasi dan pasar yang sulit, tingginya kehilangan hasil karena rusak, yang akhirnya kembali kepada petani tetap tidak berdaya untuk melakukan perbaikan sistem budidaya.

Kondisi ini dapat diperbaiki dengan pendekatan pertanian korporasi, atau istilah lainnya adalah pertanian buah berbasis kawasan, yaitu budidaya tanaman dengan melibatkan satu kawasan yang luas (>100 ha) terdiri sekelompok petani (puluhan hingga ratusan) menanam jenis buah tropis yang sama dengan standard budidaya (SOP) yang sama. Model pertanian korporasi ini memudahkan dalam aplikasi teknologi budidaya yang baik (GAP) dan adopsi teknologi baru. Pertanian berbasis kawasan juga memudahkan dalam penyediaan sarana, khususnya infrastruktur jalan, pengairan, serta fasilitas processing. Hasil produksi yang seragam dalam jumlah besar dari pertanian korporasi ini akan memudahkan akses

transportasi dan pemasaran dengan jaminan harga. Pada gilirannya petani akan menerima pendapatan yang lebih baik untuk berbudidaya yang lebih baik dan berkelanjutan. Pendekatan pertanian korporasi juga memungkinkan pelaksanaan konsep bioindustri untuk lebih meningkatkan nilai tambah dan mengurangi kerusakan lingkungan.

2. Keterbatasan informasi fenologi tanaman, teknologi dan lingkungan spesifik

Banyaknya jenis tanaman dibarengi dengan rendahnya perhatian pada tanaman buah tropis, yang dapat dilihat pada rendahnya kegiatan dan hasil penelitian buah tropis, menyebabkan tidak tersedianya informasi yang cukup khususnya untuk tanaman yang khas di negeri ini. Kita belum punya cukup informasi terkait kandungan nutrisi spesifik dan manfaatnya bagi era kehidupan milenial yang mengedepankan kesehatan, kebugaran, kecantikan, dan kecerdasan untuk buah-buahan tropis. Sehingga masyarakat lebih memilih buah impor yang biasanya disertai promosi manfaat kesehatannya dari pada buah lokal yang seharusnya lebih sehat karena praktek budidaya yang belum intensif.

Terkait dengan kesesuaian budidaya secara spesifik, kita belum punya informasi yang detail tentang kesesuaian lahan dan agroklimat untuk masing-masing buah tropis. Demikian juga teknologi untuk setiap lokasi yang spesifik. Padahal tidak satu pun komponen teknologi akan menjadi terbaik di semua lokasi mengingat beragamnya kondisi lingkungan abiotik (iklim, tanah, air), biotik (hama, penyakit, gulma), serta kondisi sosial, ekonomi, dan budaya petani. Ada daerah dengan kondisi lingkungan tertentu yang memerlukan suatu alternatif teknologi yang dianggap tidak penting karena tidak unggul di lokasi pengujian yang berbeda kondisinya.

Terkait dengan pengendalian HPT terpadu berbasis bioekologi, kita juga belum memiliki informasi yang cukup pada setiap jenis buah tropis yang dikembangkan, bagaimana fenologi pertumbuhan tanaman, pembungan dan pembuahannya. Belum tersedia informasi yang cukup jenis hama dan penyakit yang menyerang secara spesifik lokasi, kapan waktu serangannya, bagaimana penyerangannya, apa tanaman lain yang menjadi inangnya, dan sebagainya.

Tantangan kedepan untuk memperbaiki kondisi ini tentunya hanya dengan memperbanyak kegiatan penelitian dan pengkajian buah tropis. Kegiatan litbangji difokuskan untuk melengkapi data dan informasi terkait kandungan nutrisi dan senyawa spesifik untuk meningkatkan nilai tambah dan promosi, litbangji terkait fenologi tanaman dan perilaku hama dan penyakit utama, serta litbangji terkait kebutuhan budidaya spesifik lokasi yang ramah lingkungan.

3. Keterbatasan penyebaran informasi dan adopsi teknologi

Hasil-hasil penelitian berupa rekomendasi komponen teknologi secara parsial sebenarnya telah banyak tersedia. Balitbangtan sendiri telah menerbitkan buku 600 teknologi inovatif pertanian yang termasuk di dalamnya teknologi buah tropis. Di berbagai bagian tempat di negeri ini banyak terdapat kearifan lokal terkait budidaya tanaman yang bisa dijadikan rujukan untuk budidaya berkelanjutan. Demikian juga teknologi yang bersumber dari hasil pengalaman petugas lapang dan petani dari setiap daerah dapat diterapkan. Namun inovasi teknologi yang beragam ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh petani. Dengan kata lain, masalahnya adalah lemahnya diseminasi teknologi kepada petani dan lambatnya adopsi teknologi (Adimihardja *et al.* 2008). Oleh karena itu,

dibutuhkan cara-cara diseminasi teknologi yang efektif agar teknologi inovatif yang ada dapat tersebar dan diadopsi oleh petani buah tropis untuk berbudidaya secara berkelanjutan.

F. KESIMPULAN

1. Indonesia memiliki semua potensi untuk menjadi salah satu penghasil buah tropis terdepan di dunia karena didukung oleh sumberdaya genetik, sumberdaya lahan dan agroklimat, serta sumberdaya manusia yang mencukupi.
2. Berbagai teknologi inovatif yang sesuai dengan konsep pertanian berkelanjutan telah tersedia baik yang bersumber dari hasil penelitian maupun kearifan lokal. Aspek yang menonjol dari pertanian buah tropis secara berkelanjutan adalah pemanfaatan sumberdaya genetik lokal, budidaya ramah lingkungan dan spesifik lokasi, serta pengendalian hama dan penyakit berbasis bioekologi.
3. Berbagai kendala masih dihadapi untuk membumikan penerapan teknologi mendukung pertanian buah tropis berkelanjutan diantaranya skala kebun yang sempit, budidaya campuran dan tersebar, terbatasnya informasi fenologi, lingkungan dan teknologi spesifik, serta terbatasnya adopsi teknologi.
4. Tantangan kedepan adalah bagaimana menciptakan pertanian buah tropis secara korporasi atau pengembangan berbasis kawasan, meningkatkan riset buah tropis dengan fokus pada penyediaan data terkait fenologi dan teknologi spesifik lokasi, serta mendorong adopsi teknologi menggunakan cara diseminasi yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol, D. 2013. *Integrated Pests Management: Current Concepts and Ecological perspective*. Academic Press. USA. 576 p.
- Adimihardja, A, Dariah, A dan Mulyani, A, 2008. Teknologi dan Strategi Pendayagunaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Badan Litbang Pertanian*.
- Affandi, Medina, CDR, Velasco, LRI, Javier, PA, Depositario, DPT, Mansyah, E & Hardiyanto. 2019. Population dynamic of Scirtothrips dorsalis Hood (Thysanoptera :Thripidae) on mango and associated weeds under and intensive agricultural practices. *Agrivita, journal of agricultural science*, 41(2): 569-574
- Altendorf, S, 2018. Minor Tropical Fruits, Mainsteaming a Niche Market. *Food Outlooks*, July 2018. Page 67-70.
- Aryantha, INP, 2002. Membangun Sistem Pertanian Berkelanjutan. One Day Discussion on The Minimization of Fertilizer Usage. Menristek-BPPT, 6th May 2002, Jakarta.
- BPS, 2018. *Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia*. <https://www.bps.go.id/publication/2018/06/04/b7e6cd40aeea02bb6d89a828/keadaan-angkatan-kerja-di-indonesia-februari-2018.html>

- BPS, 2020. Ekspor buah-buahan tahunan menurut negara tujuan utama, 2012-2019. <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/18/2020/ekspor-buah-buahan-tahunan-menurut-negara-tujuan-utama-2012-2019.html>
- Bot, A & Benites, J, 2005. The importance of soil organic matter: key to droughtresistant soil and sustained food production. *FAO Soil Bulletin* 80.
- Budiyanti, T, Fatria, D & Noflindawati, 2017. Analisis Dialel Karakter Ukuran Buah Pepaya Menggunakan Metode I dan II Griffing. *Informatika Pertanian*, 26(2):111-120.
- Dahuri, R. 1998. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan : Dalam Perspektif Ekonomi, Sosial dan Ekologi. *Agrimedia* Volume 4 Nomor 1; Februari 1998.
- Dariah, A, Nursyamsi, D & Pasandaran, E, 2016. *Reversing the trend of land degradation*. In Pasandaran, E and Haryono (Eds): *Toward a resilience food and nutrient security in Indonesia*. IAARD Press. Jakarta pp 97-109.
- FAO 2019. *Major Tropical Fruits-Statistical Compendium*. Rome.
- Hadiati, S, Susiloadi, A & Budiyanti, T, 2008. Hasil Persilangan dan Pertumbuhan Beberapa Genotip Salak. *Buletin Plasma Nutfah*, 14(1):26-32.
- Hambali, GG, 1996. Eksplorasi dan koleksi kerabat liar tanaman manggis di Indonesia. Paper disajikan acara Diskusi Ilmiah mengenai Teknologi Budidaya Tanaman Manggis, pada 15 Juni 1996. Bogor.
- Haryono, 2014. Fungsi Strategis Sumberdaya Genetik dalam Pembangunan Pertanian. Dalam: Sumarno dkk. *Sumberdaya Genetik Pertanian Indonesia: Tanaman Pangan, Perkebunan, Hortikultura*. Halaman 5-22.
- Huber, L, 2017. Superfoods in Austria-Analysis of Consumer Perception and Market Dynamics in Austrian Retail, using the Example of the Avocado. *Dissertation of the MSc in Management, the Universidade Catolica Portuguesa*. 48 halaman.
- Humas Kementan (2019). Kementan wujudkan petani Milenial di lahan rawa. *Majalah Warta Pertanian*, Volume I/ Edisi Januari 2019.
- Inggrid, M & Santoso, H. 2014. Ekstraksi antioksidan dan senyawa aktif dari buah kiwi (*Actinidia deliciosa*). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Iniversitas Katolik Parahyangan. 43 halaman.
- Karsinah, Rebin & Sadwiyanti, L, 2014. Evaluasi Hibrid Hasil Persilangan Mangga Arumanis 143 dengan Kultivar Mangga Merah berdaarkan Karakter Buah. *Buletin Plasma Nutfah*, 20(2):77-84.
- Kementerian Pertanian 2020. Basis data ekspor-impor komoditi pertanian. <http://database.pertanian.go.id/eksim2012/ekspornegaratujuan.php>.
- Langhelle, O, 1999. Sustainable Development: Exploring the Ethics of Our Common Future. *International Political Science Review*, 20:129. doi:10.1177/0192512199202002.

- Makarim, AK ,2009. Apilkasi ekofisiologi dalam system produksi padi berkelanjutan, Pengembangan inovasi pertanian 2(1) : 14-34.
- Mansyah, E, Sutanto, A, Hadiati, S, Hardiyanto & Syakir, M, 2018. Breeding and Biotechnology Research Program of Indonesian Tropical Fruit Research Institute. *Proceedings of the 2017 International Symposium on Tropical Fruits*. International Tropical Fruits Network. [http:// www.itfnet.org/istf2017/proceedings.php](http://www.itfnet.org/istf2017/proceedings.php).
- Priherdityo, E, 2016. Konsumsi Buah Indonesia Paling Rendah Se Asia. CNN Indonesia | Kamis, 26/05/2016. <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20160526032604-262-133498/konsumsi-buah-indonesia-paling-rendah-se-asia>.
- Purnomo, S, Santoso, PJ, Winarno, M, Dimiyati, A & Suyamto, 2006. Penelitian Domestikasi dan Komersialisasi Tanaman Hortikultura, dalam: Prosiding Lokakarya I: Domestikasi dan Komersialisasi Tanaman Hortikultura, 15 September 2005, Jakarta. Hal. 1-14.
- Purnomo, S. 1992. Eksplorasi mangga liar di Kalimantan. *Hortikultura* 5: 1-26.
- Purnomo, S & Sudaryono, T, 1993. Teknik diskripsi varietas dan species salak (*Salacca* sp.). Sub Balai Penelitian Hortikultura Malang. 45 halaman.
- Putri, IP, 2015. Efectivity of Xanthone of Mangosteen Rind as Anticancer. *J Majority*,4(1):33-38.
- Richards, AJ, 1990. Studies in *Garcinia*, Dioecious Tropical Forest Trees: The origin of the mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 103: 301 – 308.
- Rivai, RS & Anugrah, IS, 2011. Konsep dan Implementasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29 (1): 13 – 25.
- Santoso, PJ, Purnomo, S & Djatnika, I, 2014. Sumber Daya Genetik Durian: Status Pengelolaan dan Pemanfaatan. *Sumber Daya Genetik Pertanian Indonesia: Tanaman Pangan, perkebunan dan Hortikultura*. Hal. 403-430.
- Santoso, PJ. 2012. Indonesia berpotensi produksi durian sepanjang tahun. *Sinar Tani*, 3487.
- Santoso, PJ, Indriyani, NLP & Istianto, M, 2016. A decade of durian breeding at ITFRI. In: Sobir et al. (eds) *Proceeding of Sabrao 13th Congress and International Conference*. IICC Bogor, September 14–16, 2015. Page. 37-50.
- Sharrock, S, & Frison, E, 2002. Wild species of Musa in the world. *MusaDoc*. www.inibap.org.
- Sihotang, B, 2010. *Pembangunan Pertanian Berkelanjutan dengan Pertanian Organik*. Kumpulan Artikel Budidaya Tanaman.

- Simatupang, P, 2014. *Perspektif Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan*. Dalam Haryono dkk. Reformasi Kebijakan menuju Transformasi Pembangunan Pertanian. Hal 61-79.
- Soedjito, H & Uji, T, (1987). Potensi flora hutan yang kurang dikenal. *Proceedings for the Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Cisarua, Bogor.
- Statistik Pertanian, 2019. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*, Kementerian Republik Indonesia. 382 halaman.
- Sudalmi, ES, 2010. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. *Infotarm: Jur. Inov.Pert.*, 9(2): 15-28.
- Sumarno, 2018. Pertanian Berkelanjutan: Persyaratan Pengembangan Pertanian Masa Depan (*Sustainable Agriculture: Prerequisite for Agricultural Development in the Future*). Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan. Forum Komunikasi Profesor Riset Kementrian Pertanian. IAARd Press. Jakarta. pp 1-3.
- Sukartini, Sutanto, A, Edison, HS, Mansyah, E & Hardiyanto, 2019. 'INA-03' Promising Banana Cultivar for Fusarium Wilt Control. Proceeding of The International Symposia on Horticulture, Kuta Bali Indonesia 27-30 November 2018. *Filodiritto Editore-Proceeding*, p. 73-79. ISBN 978-88-85813-55-7.
- TAC/CGIR 1988. *Sustainable Agricultural Production: Implication for International Agricultural Research*. Rome. TAC Secretariat. FAO.
- United Nations, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. 247 halaman.
- Utari, K, Nursafitri, E, Intansari, A, Sari, R, Winda, AK & Harti, AS, 2013. Kegunaan daun sirsat (*Annona muricata*, L) untuk membunuh sel kanker dan pengganti kemoterapi. *Jurnal KesMaDaSka*, Juli 2013. Hal 110-115.
- Walter, GH. 2008. *Insect pest management and ecological research*. Cambridge university press. 400 Pages.
- Walter, GH & Hengeveld, R, 2014. *Autecology, Organism, Interactions and Environmental Dynamics*. CRC Press, USA. 467 pages.
- Wiardiani, NK, Moviana, Y & Puryana, IGPS, 2014. Jus Naga Merah Menurunkan Glukosa Darah Penderita DMT 2. *Jurnal Skala Husada*, 11(1):59-66.
- Wicaksono, MH, 2019. *Buah Hutan Kalimantan Selatan-Sebuah Dokumentasi dan Upaya Konservasi*. Edisi I 2018. 317 Halaman.
- Yanti, RR & Novarista, N, 2017. Analisis bauran pemasaran teh herbal asam gelugur (*Garci tea*) pada komunitas lokal bioversiti di Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Agrifo*, 2(2):62-72.