

ISBN: 978-979-1465-43-4

PROSIDING

②

SEMINAR NASIONAL BUAH TROPIKA NUSANTARA II

Bukitinggi, 23-25 September 2014



BALAI PENELITIAN TANAMAN BUA TROPIKA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN



2015

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

BUAH TROPIKA NUSANTARA II

Bukittinggi 23-25 September 2014

Tema

***:“Dukungan Teknologi dan Hasil Penelitian dalam
Membangun Pertanian Bio-industri Buah Tropika
Berkelanjutan”***

Diselenggarakan Oleh:



**BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2015

ISBN : ISBN : 978-979-1465-43-4

PROSIDING

Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II
Bukittinggi, 23 – 25 September 2014

X, 1270 halaman, 2015

Penyunting Pelaksana : Dr. A. Soemargono
Dr. Muryati, MP.
Ir. Sri Hadiati, MP.
Dr. Martias, MP.
Dr. Agus Sutanto, MSc.
Ir. NLP. Indriyani, MP.
Dra. Jumjunidang, M.Si

Setting Layout : M. Nufur, AM.d
Ismuharti, AM.d

Diterbitkan oleh : **Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura
Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika**
Jl. Raya Solok–Aripan Km 8, Kotak Pos 5 Solok
Sumatera Barat 27301
Telphon : 0755-20137, Faximili : 0755-20592,
Website: www.balitbu.litbang.pertanian.go.id,
E-mail: balitbu@litbang.pertanian.go.id

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa, Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II telah dapat diselesaikan dengan baik. Seminar Nasional yang diselenggarakan pada tanggal 23-25 September 2014 di hotel The Hills Bukittinggi dengan tema: “**Dukungan Teknologi dan Hasil Penelitian dalam Membangun Pertanian Bio-industri Buah Tropika Berkelanjutan**” bertujuan untuk: (1) Menginformasikan hasil-hasil penelitian tanaman buah tropika, (2) Mensosialisasikan dan mengkomunikasikan isu-isu terbaru dalam perbuahan nasional, (3) Mengidentifikasi peluang konservasi, perbenihan, pengolahan dan pemasaran buah tropika dalam mewujudkan pertanian bio-industri berkelanjutan, (4) Mendapatkan umpan balik, masukan, tindak lanjut dari pengguna terhadap penerapan *science, innovation, and networks* dalam pengembangan buah tropika dan (5) Meningkatkan kualitas dan kuantitas Karya Tulis Ilmiah (KTI) komoditas tanaman buah pada jurnal Nasional dan Internasional.

Beberapa rumusan yang telah dihasilkan dalam Seminar Nasional tersebut, berupa rangkuman inovasi dan teknologi buah-buahan yang dihasilkan oleh berbagai lembaga penelitian, dapat ditingkatkan aplikasinya guna membangun pertanian Bio-industri buah tropika secara berkelanjutan.

Makalah yang disampaikan dalam seminar ini disusun dalam Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II yang terdiri dari dua bundel. Semua naskah dalam prosiding telah dipresentasikan dalam seminar tersebut, baik secara oral maupun poster dan telah melalui proses evaluasi dan editing oleh tim penyunting.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II ini. Semoga prosiding ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan.

Jakarta, April 2015
Kepala Pusat,

Dr. Ir. M. Prama Yufdy, MSc.
NIP.: 19591010 198603 1 002



SAMBUTAN
KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Dalam
SEMINAR BUAH TROPIKA NUSANTARA KEDUA
BUKITTINGGI, 23-25 SEPTEMBER 2014

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,
Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,
Yang saya hormati,

- Direktur Jenderal Hortikultura,
- Para pejabat yang mewakili eselon I lingkup Kementan,
- Kepala Dinas Propinsi Sumatera Barat
- Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Agam
- Dekan Fakultas Pertanian UNAND, UMMY, Politani
- Para Narasumber
- Kepala Pusat/Puslitbang dan Balai Besar lingkup Badan Litbang Pertanian;
- Serta Para Kepala BPTP, Balai Penelitian, Peneliti, Perekayasa, Penyuluh dan Hadirin yang berbahagia,

Pertama tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kesehatan kepada kita semua sehingga dapat berkumpul pada acara “Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II” dengan tema “Dukungan teknologi dan hasil penelitian dalam membangun pertanian bio-industri buah tropika berkelanjutan”. Juga tidak lupa disampaikan salawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia menuju jalan yang terang.

Hadirin yang saya hormati,

Pada pagi hari ini kita menghadiri seminar buah tropika nusantara yang kedua yang merupakan salah satu rangkaian dari Pekan Bakti Agroinovasi dalam rangka hari ulang tahun Badan Litbang Pertanian ke 40. Topik Bio-industri pertanian memang sengaja diangkat pada seminar ini dengan tujuan untuk menghimpun informasi sejauh mana hasil-hasil penelitian bio industri tanaman buah tropika telah dilakukan. Hal ini penting untuk dilakukan guna mendukung program Kementerian Pertanian tahun-tahun berikutnya yang menekankan pada pertanian bio-industri berkelanjutan.

Para hadirin sekalian,

Bidang pertanian saat ini sedang menghadapi permasalahan dan tantangan yang cukup berat, yaitu berkurangnya areal pertanian, berkurangnya sumberdaya air, pemanasan global, pencemaran lingkungan, dan pertumbuhan penduduk. FAO memperkirakan bahwa

produktivitas pertanian harus dua kali lipat pada tahun 2025 untuk memenuhi peningkatan permintaan pangan akibat pertumbuhan populasi penduduk dan penurunan sumberdaya pertanian. Oleh karena itu tantangan terbesar adalah bagaimana menghasilkan pangan dengan efisiensi tinggi namun dengan dampak lingkungan minimal.

Para hadirin sekalian,

Terkait dengan buah-buahan, daya saing buah tropika Indonesia masih rendah terutama untuk pasar ekspor. Hal ini dikarenakan belum optimalnya (1) kuantitas produksi sehingga berpengaruh pada pemenuhan kuota permintaan dan kontinuitas suplai, (2) kualitas produksi yang berpengaruh pada tingkat kesukaan konsumen, (3) penanganan pascapanen yang terutama berkaitan dengan daya simpan buah. Kesemua ini terjadi karena sebagian besar buah tropika Indonesia dihasilkan dari lahan pekarangan atau hutan yang umumnya belum menerapkan teknologi rekomendasi. Tanaman biasanya dirawat dengan teknologi sekedarnya dan beragam sehingga menghasilkan kuantitas dan kualitas produksi yang beragam pula. Sehingga bila dihubungkan dengan persyaratan pasar biasanya hanya sedikit yang memenuhi syarat terutama untuk pasar ekspor, yaitu hanya sekitar 10-15%. Rendahnya daya saing buah tropika terlihat dari data ekspor impor tahun 2012, dimana volume ekspor sebesar 216.752 ton dengan nilai US\$ 227.403.266 sedangkan volume impor sebesar 885.174 ton dengan nilai US\$ 963.684.451. Kondisi ini menjadi tantangan bagi kita semua untuk meningkatkan daya saing buah tropika Indonesia sehingga mampu bersaing dengan buah dari negara lain.

Para hadirin yang berbahagia,

Arah kebijakan dan strategi pembangunan hortikultura, termasuk buah-buahan, mengacu pada arah visi, misi, dan sasaran utama pembangunan pertanian dalam SIPP 2013-2045. Pembangunan hortikultura ke depan diarahkan untuk mewujudkan sistem hortikultura yang mandiri, maju, adil dan makmur. Pembangunan hortikultura harus mengarah pada terwujudnya sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati tropika. Program dan kegiatan utama litbang pertanian adalah melaksanakan penelitian untuk menjawab berbagai permasalahan yang dihadapi, sehingga porsi utama alokasi sumberdaya harus difokuskan untuk melaksanakan kegiatan penelitian yang menghasilkan invensi dan inovasi terobosan. Keunggulan pembangunan hortikultura di dalam negeri dalam era persaingan global haruslah didasarkan pada potensi sumberdaya tropika untuk menghasilkan biomassa dan dijadikan sebagai basis keunggulan kompetitif dalam bioekonomi. Pembangunan hortikultura dilandasi oleh keunggulan kawasan tropika yang secara alami merupakan kawasan yang efektivitas dan produktivitas dalam pemanfaatan energi matahari melalui proses budidaya dan bioengineering hayati untuk menghasilkan biomassa dan energi yang siap pakai. Pembangunan subsektor hortikultura harus diarahkan pada terwujudnya sistem pertanian yang berdaya saing global serta mampu memberi kontribusi nyata terhadap peningkatan pendapatan petani, nilai

ekspor dan mendorong berkembangnya pusat pertumbuhan ekonomi berbasis bioindustri di daerah.

Para hadirin sekalian,

Memasuki periode pembangunan tahun 2015 – 2019, Badan Litbang Pertanian menempuh pendekatan 9 sistem inovasi sesuai dengan segmentasi sistem agribisnis, yaitu (1) Pengelolaan Sumber Daya, (2) Sistem Produksi, (3) Pasca Panen/Pengolahan, (4) Logistik/Distribusi, (5) Pengelolaan Lingkungan, (6) Pemasaran hasil, (7) Inovasi Kelembagaan, (8) Dukungan Manajemen, dan (9) Blok Program. Sistem inovasi tersebut diselaraskan dengan konsep bioekonomi yang bertumpu pada bidang bioteknologi dan bioenjineri. Di dalam menerapkan 9 sistem inovasi tersebut, Badan Litbang Pertanian mengembangkan jaringan kerjasama dengan berbagai instansi terkait di dalam maupun luar negeri. Hal ini sejalan dengan tagline Badan Litbang Pertanian yaitu *Science, Innovation, dan Network* yang mengimplementasikan keterpaduan hulu – hilir dalam penciptaan inovasi dan pengembangan inovasi melalui sinergi sistem litkajibangdiklatluhap.

Para hadirin yang saya hormati,

Demikian sambutan yang bisa saya sampaikan pada hari ini. Mudah-mudahan dari kegiatan seminar dapat dihimpun semua teknologi inovasi mendukung pertanian bio-industri sekaligus masukan/saran/pendapat agar pertanian bio-industri berkelanjutan terutama untuk perbuahan dapat diwujudkan. Dengan mengucap *Bismilahirrohmanirrohim* seminar “Dukungan teknologi dan hasil penelitian dalam membangun pertanian bio-industri buah tropika berkelanjutan” dengan ini secara resmi dibuka.

Wabillahi taufiq Walhidayah,

Wassalaamu’alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh,

Bukittinggi, 23 September 2014

Kepala Badan Litbang Pertanian

Dr. Haryono, MSc

**DAFTAR ISI
BUKU 2**

	Hal
KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN	lii
DAFTAR ISI	vii
BUDIDAYA	
60. Analisis Sidik Lintas Beberapa Karakter Pertumbuhan Yang Berpengaruh Terhadap Tingkat Kemanisan Buah Pepaya Tri Budiyantri	641
61. Kondisi dan Upaya Pelestarian Jeruk Keprok Pulau Tengah Kabupaten Kerinci Propinsi Jambi Adri, Araz Meilin dan Firdaus	649
62. Optimalisasi Peran Lebah Apis cerana dan Apis mellifera sebagai Serangga Penyerbuk pada Pertanaman Buah Tropika Berkelanjutan Rusfidra	657
63. Pengaruh Serangan Penyakit Sigatoka terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Kultivar Pisang Sahlan	667
64. Peletakan Telur Lalat Buah <i>Bactrocera carambolae</i> pada Mangga (<i>Mangifera indica</i>) yang Diperlakukan dengan Ekstrak Pare (<i>Momordica charantia</i> Linn.) Muryati	675
65. Pengendalian Cendawan <i>Colletotrichum</i> sp. Penyebab Antraknos pada Tanaman Buah Naga secara In vitro Menggunakan Fungisida Tembaga Hidroksida dan Propineb Liza Octriana Jumjunidang	695
66. Efektivitas Bioekstrak Jahe Liar (<i>Elettariopsis</i> slahmong) untuk Mengendalikan Cendawan <i>Fusarium</i> sp. Penyebab Penyakit Busuk Batang Tanaman Buah Naga secara In-vitro Jumjunidang	705
67. Pendugaan Karakter Bobot Aril dan Panjang Tandan Pada Tanaman Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) Kuswandi, Sobir, Willy Bayuardi Suwarno	713
68. Pengaruh Skarifikasi dan Konsentrasi Urine Ternak terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Biwa (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.) di Persemaian Susilawati Barus, Rasiska Tarigan, Agustina E Marpaung, Kuswandi	721
69. Fisiologi Pengerasan Perikarp Buah Manggis Ismadi, Roedhy Poerwanto, Darda Efendi, Maria Bintang, Deddy Muchtadi, Sutrisno	729
70. Pengaruh Pemangkasan Produksi dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Golstar Terhadap Produksi Tanaman Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.) Kultivar Gedong Gincu Dodi Budirokhman	739
71. Potensi Bakteri Endofit sebagai Agens Pengendalian Hayati Penyakit Darah dan Nematoda Parasit serta Pemacu Pertumbuhan Tanaman Pisang Husda Marwan, Rainiyati dan Wilma Yunita	751
72. Teknologi untuk Meningkatkan Perkecambahan Benih Buah Naga (<i>Hylocereus costaricensis</i> (Web.) Britton.&Rose) P.K. Dewi Hayati	759
73. Inovasi Teknologi Peningkatan Produktivitas Lahan untuk Pengembangan Hortikultura Di Pulau Sebatik Muhamad Hidayanto	767
74. Korelasi Dan Analisis Sisdik Lintas Beberapa Karakter Yang Berpengaruh Terhadap Cemaran Getah Kuning Pada Buah Manggis Titin Purnama dan Tri Budiyantri	773
75. Keragaman Morfologi dan Genetik dengan RAPD PCR Beberapa Isolat <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. cubense dalam Vegetative Compatibility Group Complex 0124 Yanda, R. P., dan Jumjunidang	781

76.	Pengendalian Penyakit Busuk Batang pada Perkebunan Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i> (Web). Brit. Et. R) dengan Formulasi Minyak Serai Wangi dan Cupravit Ob21	
	Anggiat Hutagalung, Nasril Nasir, Fuji Astuti Febria dan Nurmansyah	789
77.	Uji Ketahanan terhadap Penyakit Layu Fusarium dan Produktivitas Galur Mutan Somaklon Pisang Ambon Kuning	
	Deden Sukmadjaja dan Ragapadmi Purnamaningsih	797
78.	Induksi Kalus Embriogenik Dan Pembentukan Struktur Embriosomatik Dari Eksplan Daun Dan Bunga Durian Varietas Matahari	
	Ragapadmi Purnamaningsih	805
79.	Potensi Formulasi Minyak Serai Wangi terhadap Intensitas Serangan Penyakit Busuk Kuning pada Batang Tanaman Buah Naga	
	Friska Ramadhani Putra, Nasril Nasir, Fuji Astuti Febria dan Nurmansyah	813
80.	Respon Pertumbuhan dan Produksi Pisang Barangan terhadap <i>Trichoderma</i> dan Pemupukan Nitrogen di Lahan Rawa Pasang Surut	
	Martias dan Fitriana Nasution	819
81.	Pengaruh Bahan Stek dan Jenis Hormon Tumbuh terhadap Pertumbuhan Stek Batang Sukun Varietas Manis	
	Agus Susiloadi dan Luki Sadwiyanti	827
82.	Pengaruh Media Basal dan BAP pada Kultur In Vitro Tanaman, Langsung (<i>Lansium domesticum</i> var. <i>domesticum</i>)	
	Satria Uspiana, Yumama Karmaita, dan Irfan Suliansyah	837
83.	Peranan Populasi Mikroba Antagonis Tanah dan Jamur Mikoriza terhadap Perkembangan Penyakit Kanker Batang Duku (<i>Lansium domesticum</i> Corr.) di Provinsi Jambi	
	Sigid Handoko, ErwanWahyudi dan Hery Nugroho	847
84.	Pematahan Dormansi Biji Lengkeng Asal Tumpang dengan Perlakuan Mekanis,	
	Sugiyatno, A dan A. Anggraini	853
85.	Kutu Sisik (Scale Insect) sebagai Hama Utama pada Tanaman Jeruk Komersial di Indonesia	
	Triwiratno, A., A. Afandhi, S. Rasminah Ch. Sy. , L. Sulistyowati	861
86.	Teknologi Diagnosis Kebutuhan Hara Pada Tanaman Buah-Buahan	
	Liferdi L.	871
87.	Pengelolaan Defisiensi Ca dan Mg Untuk Perbaikan Kualitas Jeruk Siam (<i>Citrus suhuiensis</i> Tan.)	
	Edi Siswadi, Ariffin, Syekhfani, Sudarmadi Purnomo	879
88.	Keanekaragaman dan Kelimpahan Lalat Buah pada Tanaman Biwa (<i>Eriobotrya Japonica</i>) di Kabupaten Karo	
	Rasiska Tarigan, Agustina E Marpaung, dan Kuswandi	885
89.	Studi Fenologi Bunga dan Penyerbukan pada Jambu Biji (<i>Psidium guava</i> L.)	
	Farihul Ihsan	893
90.	Deteksi Cepat <i>Candidatus Liberibacter Asiaticus</i> Melalui Assay Recombinase Polymerase Amplification (RPA)	
	Nurhadi dan Yunimar	899
91.	The Increment of Fresh Weight and Total Soluble Protein Content of Tissue Cultured Banana (<i>Musa</i> sp.) Exposed to Extremely Low Frequency Electromagnetic Field	
	Riry Prihatini	907
PASCA PANEN		
92.	Kajian Pengemasan Buah Pepaya Madu dan Hawaii Untuk Perdagangan Antar Pulau	
	Jhon David STP, Tommy P, STP dan Riki Warman	913
93.	Efektivitas Oksidan Etilen terhadap Daya Simpan dan Kualitas Pascapanen Buah Pepaya <i>Callina</i>	
	Ketty Suketi, Winarso Drajad Widodo, Diny Dinarti, Hardian Eko Prasetyo, Heny Eka Pratiwi	923
94.	Memperpanjang Masa Simpan Buah Rambutan Dengan Perbaikan Teknologi Kemasan Dan Suhu Penyimpanan	
	Jhon David H dan Tommy P	933

95.	Pengaruh Tingkat Ketuaan Buah dan Konsentrasi Carboxy Methyel Cellulose (CMC) terhadap Mutu Tepung Durian Kasma Iswari dan Srimaryati	945
96.	Peluang Limbah Industri Jus Apel Sebagai Pakan Ternak Ruminansia dan Non Ruminansia Dwi Retno Lukiwati	957
97.	Kajian Laju Respirasi Buah Pisang (Musa paradisiaca L) Selama Masa Penyimpanan, Desy Nofriati, Dan Mega Andini	963
98.	Optimasi Perlakuan Panas dan Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Buah Mangga cv Arumanis Menggunakan Response Surface Methodology (RSM), Nadirah Karimatul Ilmi , Roedhy Poerwanto, Sutrisno	969
99.	Pengaruh Perisa pada Proses Pembuatan Keripik Pisang Raja Nangka Alvi Yani ¹ dan Joko Susilo Utomo ²	979
100.	Kajian Sumber Karbohidrat Alternatif Pada Pembuatan “Nasi” Goreng Alvi Yani dan Joko Susilo Utomo	987
101.	Teknologi Penanganan Segar Buah Naga (Hylocereus spp.) dari Petani hingga Konsumen Ermi Sukasih, Setyadjit dan Sulusi Prabawati	995
102.	Daya Simpan dan Kematangan Pascapanen Pisang Raja Bulu pada Beberapa Umur Petik Winarso Drajad Widodo, Ketty Suketi, Mustika Dwi Rahayu	1003
103.	Formulasi Komposisi Terung Pirus dan Markisa dalam Bubuk Instan Sari Buah yang Disukai Konsumen Kamalia Mulyanti	1011
SOSIAL EKONOMI		
104.	Kinerja Pemasaran Komoditas Unggulan Buah-buahan Spesifik Lokasi di Provinsi Bali Suharyanto, Ketut Mahaputra dan Nyoman Ngurah Arya	1017
105.	Analisis Kalayakan Usahatani Nenas di Lahan Gambut Kalimantan Barat, Juliana C. Kilmanun, Riki Warman dan Syafri Edi	1027
106.	Menjaring dan Mengembangkan Durian Unggul Nusantara Melalui Ajang Kontes Durian Lokal Mohamad Reza Tirtawinata	1033
107.	Rantai Pasok Jeruk Siam di Sentra Produksi Jawa Timur, Apri Laila Sayekti	1039
108.	Karakteristik Biofisik Lahan Di Wilayah Penyebaran Jeruk Medan Dan Peluang Pengembangannya Di Wilayah Lereng Danau Toba Suratman dan Busyra BS	1049
109.	Potensi Pengembangan Agroindustri Sirsak Mendukung Penguatan Sistem Inovasi Daerah (Sida) di Kota Sungai Penuh, Provinsi Jambi Yulia Roza, Araz Meilin, Zarmaili, Endrizal	1061
110.	Analisis Nilai Tambah, Keuntungan dan Titik Impas Produk Olahan Sirsak Skala Rumah Tangga Di Kota Sungai Penuh Defira Suci Gusfarina, Araz Meilin, Endrizal	1073
111.	Makna Buah bagi Masyarakat Hindu Bali dalam Perspektif Ritual Keagamaan, Nyoman Ngurah Arya, I Ketut Mahaputra, dan Suharyanto	1081
112.	Rantai Pasok Komoditas Buah Rambutan di Kalimantan Barat Juliana C. Kilmanun, Safri Edy, dan Riki Warman	1087
113.	Analisis Efisiensi Usaha Produksi Wine Salak Bali I Ketut Mahaputra, Nyoman Ngurah Arya, dan Wayan Trisnawati	1095
114.	Analisis Konsumsi Rumah tangga Petani Duku di Kumpeh Kabupaten Muaro Jambi I Ketut Mahaputra, Nyoman Ngurah Arya, dan Wayan Trisnawati ¹	1101
115.	Persepsi, Pemahaman, dan Upaya Masyarakat dalam Memelihara Keanekaragaman Buah Mangga (Studi Kasus Komunitas Sungai Tabuk, Kalimantan Selatan) Nurmalinda, Kiloes, A. M., dan A. Rafieq	1109
116.	Program Pengembangan dan Bantuan Bibit Tanaman Buah-Buahan di Sumatera Barat selama Periode 2006-2013 Moehar Daniel dan Nieldalina	1119

117.	Inovasi Teknologi Budidaya Tanaman Buah pada Lahan Pekarangan Mendukung Program Kawasan Rumah Pangan Lestari Di Provinsi Jambi Syafri Edi dan Endrizal	1127
118.	Profil dan Potensi Ekonomi Tanaman Buah-buahan di Sumatera Barat Moehar Daniel, Djoni, dan Nieldalina	1135
119.	Potensi Pengembangan Teknologi Pengolahan Nenas (Ananas comosus L. Merr.) Menuju Bio-Industri di Provinsi Jambi Linda Yanti, Dewi Novalinda dan Nur Asni	1143
120.	Review Dukungan Benih Sumber Jeruk Bebas Penyakit Terhadap Pengembangan Agribisnis Jeruk di Indonesia Harwanto dan Joko Susilo Utomo	1151
121.	Adopsi Teknologi Anjuran Produksi Bibit Jeruk Keprok SoE (Citrus reticulata Blanco) Berlabel Biru dalam Polibag di Kabupaten TTS-NTT Arry Supriyanto, Joko Susilo Utomo, Zainuri Hanif dan Helena da Silva	1167
122.	Teknologi Jeruk Siam di Tingkat Petani Papua Afrizal Malik dan Syafruddin Kadir	1177
123.	Pekarangan Perkotaan Konseptual dengan Tanaman Buah-buahan Siti Nurul Rofiqo Irwan, Rohlan Rogomulyo dan Zoer'aini Djamaal Irwan	1187
124.	Potensi Pengembangan Komoditas Manggis di Kabupaten Belitung Kiloes, AM, Jawal M. Anwarudin Syah, Sayekti, AL	1195
125.	Potensi Pengembangan Tanaman Buah-Buahan di Pulau Bintan melalui Dukungan Sumberdaya Dahono, Lutfi Izhar dan Sahrul H Nasution1	1205
126.	Rantai Pasok Pisang di Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Lampung Selatan Bambang Sayaka1, Rima Setiani2, dan Turyono2	1215
127.	Potensi Pengembangan Buah-buahan Berdasarkan Zona Agro Ekologi di Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi Busyra Buyung Saidi, Suratman dan Nur Asni	1229
128.	Dukungan Durian Research Centre Universitas Brawijaya (Drc-Ub) dalam Program Pengembangan Durian Multivarietas Nasional Sumeru Ashari	1247
129.	Kontribusi Tanaman Buah Lokal Terhadap Pendapatan Petani di Lahan Kering Dataran Rendah di Kabupaten Buleleng I Ketut Mahaputra, Nyoman Ngurah Arya dan Suharyanto	1259
	DAFTAR HADIR SEMINAR NASIONAL BUAH TROPIKA NUSANTARA II	1267

Fisiologi Pengerasan Perikarp Buah Manggis (Hardening Physiology of Mangosteen Pericarp)

**Ismadi¹, Roedhy Poerwanto^{2*}, Darda Efendi², Maria Bintang³,
Deddy Muchtadi⁴, Sutrisno⁵**

¹ Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh (Unimal) Aceh Utara,
Kampus Utama Reuleut – Aceh Utara, 24355

² Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor (IPB)

³ Departemen Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB

⁴ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB

⁵ Departemen Teknologi Pascapanen Fakultas Teknologi Pertanian IPB

E-mail: ismadi.yunus@yahoo.com

Abstrak

Manggis merupakan buah yang mempunyai nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Permasalahannya adalah perikarp cepat menjadi keras, sehingga umur simpannya pendek terutama pada suhu kamar. Tujuan penelitian adalah mempelajari proses pengerasan perikarp buah manggis selama penyimpanan akibat perlakuan suhu yang berbeda. Penelitian dilakukan sejak Januari 2010 sampai April 2011. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal yaitu penyimpanan pada suhu kamar (SK) ($29^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan $15^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respirasi klimakterik dan puncak laju produksi etilen terjadi bersamaan. Respirasi klimakterik akan menyebabkan perubahan biokimia pada perikarp buah manggis seperti terjadinya peningkatan jumlah lignin. Pengerasan perikarp buah manggis terjadi karena penurunan kadar air dan peningkatan jumlah lignin.

Kata kunci : Etilen, Fenolik, Lignin, Resistensi, Respirasi klimakterik

Abstract

Mangosteen is a fruit that has a high economic value in Indonesia. The problem was quickly hardens pericarp, so the short shelf life, especially at room temperature. The research objective was to study the process on hardening of mangosteen fruit pericarp during storage due to different temperature treatments. The study was conducted from January 2010 until April 2011. The research was using Randomized Complete Block Design (RCBD), single factor, the storage at room temperature (RT) ($29^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) and $15^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. The results showed that climacteric respiration and ethylene production rate peaks occur at the same time. Climacteric respiration will lead to biochemical changes in the mangosteen pericarp such as an increase in the amount of lignin. Pericarp hardening of the mangosteen fruit is because the water levels decrease and an increase in lignin content.

Keywords: Climacteric respiration, Ethylene, Lignin, Resistance, Phenolic

Pendahuluan

Manggis (*Garcinia mangostana*) merupakan salah satu buah yang mempunyai nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Volume ekspor manggis terus meningkat, dari 5.697 ton dengan nilai US\$ 3,612 juta tahun 2006 menjadi 11,388 ton dengan nilai US\$ 8,754 juta tahun 2010 (BPS 2012). Namun, dari total produksi manggis tahun 2010 sebesar 84.538 ton hanya 11.388 ton (13,57%) saja yang diekspor. Negara tujuan ekspor manggis adalah Cina, Hongkong, Taiwan, Uni Emirat Arab, Singapura, Malaysia, Belanda, dan Jerman

Kendala utama yang menyebabkan rendahnya persentase ekspor manggis antara lain karena perikarp buah yang cepat mengeras, sehingga umur simpannya pendek (Suryanti & Setyadjid, 2007), terutama pada suhu kamar. Pengerasan perikarp buah

manggis disebabkan oleh transpirasi dan peningkatan kandungan lignin dalam perikarp buah. Ketika perikarp buah manggis mengalami pengerasan, kandungan lignin akan semakin meningkat (Uthairatanakij & Ketsa 1996). Penyimpanan buah pada suhu dingin dapat mempertahankan kelunakan perikarp buah, tetapi pada suhu yang terlalu dingin ($<10^{\circ}\text{C}$) akan menyebabkan *chilling injury* (CI) yang ditandai dengan pengerasan perikarp dan perubahan warna mesokarp menjadi coklat (Dangcham & Ketsa, 2007).

Nakasone & Paull (1999) menggolongkan manggis ke dalam jenis buah nonklimakterik, namun menurut Martin (1980) manggis termasuk tergolong buah klimakterik, yang ditandai dengan peningkatan produksi etilen dan respirasi selama pemasakan (Paliyath *at al.* 2008). Laju produksi etilen saat klimakterik pada buah manggis yang disimpan pada suhu 25°C mencapai $29.72\mu\text{l/kg.jam}$ (Osman & Milan, 2006). Klimakterik (puncak respirasi) terjadi 10 hari setelah panen pada buah yang disimpan pada suhu kamar (Martin, 1980). Terkait dengan tekstur buah, berbeda dengan buah klimakterik pada umumnya, buah manggis malahan mengeras pada hari ke 14-16 sesudah panen apabila disimpan pada suhu kamar (Inayati, 2009; Qanitah, 2004; Sartika, 2010). Pengerasan perikarp buah manggis terjadi hampir bersamaan dengan puncak klimakterik seperti yang dilaporkan oleh Martin (1980) dan Osman & Milan (2006).

Setelah terjadi klimakterik, maka akan terjadi berbagai perubahan pada buah manggis seperti laju aktivitas enzim, perubahan kimia, dan terjadi pengerasan perikarp. Untuk mempelajari proses tersebut, maka dilakukan penelitian dengan perlakuan suhu simpan yang berbeda, yaitu suhu kamar dan suhu 15°C . Tujuan penelitian ini adalah mempelajari proses pengerasan perikarp buah manggis selama penyimpanan akibat perlakuan suhu yang berbeda.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan sejak Januari 2009 sampai dengan April 2011. Pada setiap tahun penelitian dilakukan perlakuan yang sama terhadap buah manggis, namun peubah pengamatan yang dilakukan berbeda-beda. Pengamatan daya resistensi perikarp buah, kadar air perikarp buah, dan susut bobot buah, dilakukan di Laboratorium Pascapanen Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH) Fakultas Pertanian mulai Januari sampai Maret 2009. Uji aktivitas enzim poligalakturonase dilakukan dari Maret sampai Juli 2009 di Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Uji kekerasan perikarp dilakukan di Laboratorium TPPHP Fakultas Teknologi Pertanian dari bulan Februari sampai Maret 2010. Analisis kandungan lignin, total fenolik bebas, laju respirasi dan laju produksi etilen dilakukan di Laboratorium Analisis Tanaman dan Kromatografi Departemen AGH Fakultas Pertanian dari Januari sampai April 2011.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal yaitu penyimpanan pada suhu yang berbeda dengan tiga ulangan. Penyimpanan dilakukan pada suhu kamar dengan (suhu rata-rata $29^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan suhu $15^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ menggunakan ruang simpan sejuk. Kelembaban relatif (RH) 72% pada suhu kamar dan 91,5% pada suhu 15°C .

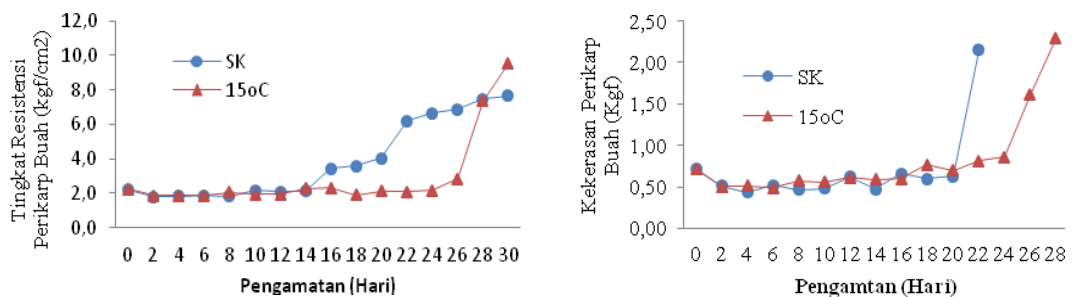
Pengamatan dilakukan mulai dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-30 setelah perlakuan (HSP).

Bahan yang digunakan adalah buah manggis dengan stadia kematangan dua, dengan ciri-ciri perikarp buah kuning kemerahan dengan sedikit bercak merah (104-108 hari sejak bunga mekar). Khusus pada pengamatan respirasi dan laju produksi etilen digunakan buah dengan stadia kematangan nol, satu dan dua. Buah dipanen dari kebun petani di Purwakarta. Peubah dan metode pengamatan adalah sebagai berikut: (1) daya resistensi perikarp buah (Kgf/cm^2) ditentukan berdasarkan skor, skor: $0 < x \leq 1 \text{ kgf/cm}^2$ (sangat rendah) - $x > 5 \text{ kgf/cm}^2$ (sangat tinggi) (Poerwanto *et al.*, 2011); (2) kekerasan perikarp diukur dengan menggunakan *rheometer* (3) kadar air perikarp buah (%), dilakukan dengan menimbang perikarp sebelum dan sesudah dikeringkan dalam oven selama 96 jam pada suhu 105°C ; (4) susut bobot (%), buah yang sama ditimbang dua hari sekali; (5) kandungan lignin perikarp menurut Bruce & West (1989); (6) aktivitas enzim poligalakturonase (Zoghbi 1994); (7) total fenolik bebas ditentukan dengan metode Zhang *et al.* (2000), (8) laju respirasi (CO_2) diukur dengan alat *Cosmotector*; dan (9) laju produksi etilen, dengan menggunakan kromatografi gas.

Hasil dan Pembahasan

Daya Resistensi (Kgf/cm^2) dan Kekerasan (kgf) Perikarp Buah

Pada uji resistensi yang diukur adalah kekuatan ikatan antar sel bersebelahan pada buah yang diberi tekanan tertentu. Pada buah yang resistensinya rendah, ikatan antar sel lemah sehingga mudah dibuka. Proses pecahnya buah diawali dengan retaknya bagian-bagian perikarp yang paling lunak. Peningkatan resistensi perikarp pada suhu kamar terjadi pada hari ke-16, sedangkan pada buah yang disimpan pada suhu 15°C terjadi pada hari ke-28 (Gambar 1). Daya resistensi perikarp yang masih dapat diterima konsumen adalah $<3 \text{ kgf/cm}^2$ (Poerwanto *et al.*, 2011), pada resistensi $>3 \text{ kgf/cm}^2$ perikarp buah sudah mulai susah dibuka dan kondisi aril mulai membusuk.



Gambar 1. Resistensi dan kekerasan perikarp buah manggis selama penyimpanan yang diberi perlakuan suhu kamar dan suhu 15°C .

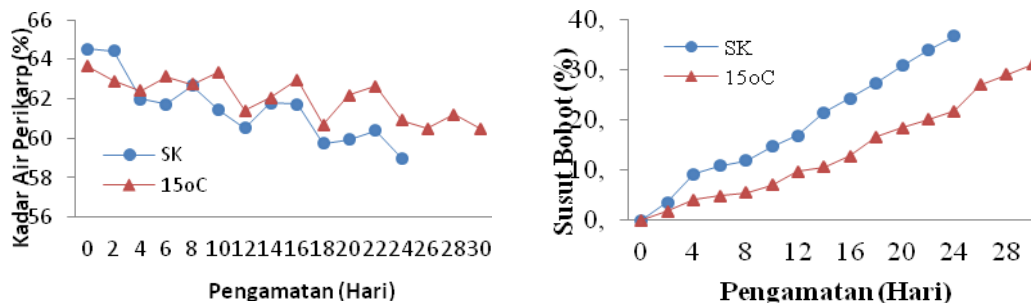
Peningkatan resistensi dan kekerasan ini diduga berhubungan dengan terjadinya kehilangan air dari perikarp dan susut bobot (Gambar 2). Kehilangan air dari sitoplasma menyebabkan sel-sel mengkerut, sehingga dinding sel saling menempel secara lebih luas

satu dengan yang lain. Pektin dari sel bersebelahan menjadi saling berikatan. Hal ini menyebabkan perikarp buah manggis menjadi lebih kokoh dan sulit untuk dibuka.

Pada uji kekerasan yang diukur adalah kekuatan dinding sel yang ditembus jarum. Uji kekerasan perikarp dilakukan dengan menusuk pada tiga bagian tengah buah dengan jarum sampai hingga kedalaman 3 cm. Kekerasan buah yang disimpan pada suhu kamar terjadi pada hari ke-20 dan pada suhu 15°C terjadi pada hari ke-24 (Gambar 1). Perbedaan waktu terjadi peningkatan tingkat resistensi dan kekerasan adalah karena cara pengukuran keduanya yang berbeda dan menggunakan alat yang berbeda pula.

Kadar Air Perikarp Buah dan Susut Bobot (%)

Setelah panen komoditi segar akan terus mengalami kehilangan air yang tidak dapat digantikan dengan perlakuan apapun. Kadar air perikarp buah manggis pada kondisi sebelum perlakuan berkisar antara 63% - 64%. Persentase penurunan kadar air perikarp buah yang disimpan pada suhu kamar lebih tinggi daripada perlakuan suhu 15°C. Hal ini karena penyimpanan pada suhu 15°C dengan kelembaban tinggi (71 - 99%), yang dapat menekan kehilangan uap air (Gambar 2). Semakin rendah kadar air perikarp, maka akan menyebabkan tingkat resistensi dan kekerasan perikarp buah menjadi lebih tinggi (Gambar 1). Hilangnya air dari perikarp menyebabkan sel-sel akan mengeras dan lebih susah untuk dibuka. Kehilangan air terjadi sebagai akibat adanya gradien uap air antara kejenuhan atmosfer internal (ruang antar sel) dan kejenuhan yang rendah atmosfer di sekelilingnya. Uap air berpindah secara langsung ke konsentrasi yang rendah melalui pori-pori di permukaan buah dan melalui permukaan yang luka. Laju perpindahan dipengaruhi oleh perbedaan tekanan uap antara produk dan lingkungannya yang disebabkan oleh temperatur dan kelembaban relatif. Pada suhu 15°C dengan kelembaban 30% akan menyebabkan produk mengalami kehilangan air 36 kali lebih cepat daripada temperatur 0°C dengan kelembaban 90%. Jadi mempertahankan produk pada temperatur rendah adalah penting untuk mengurangi kehilangan air dan pada akhirnya mengurangi pengeriputan dan kalayuan (Kader , 1992), dan pengerasan perikarp.



Gambar 2. Kadar air perikarp dan susut bobot buah manggis selama penyimpanan yang diberi perlakuan suhu kamar dan suhu 15°C.

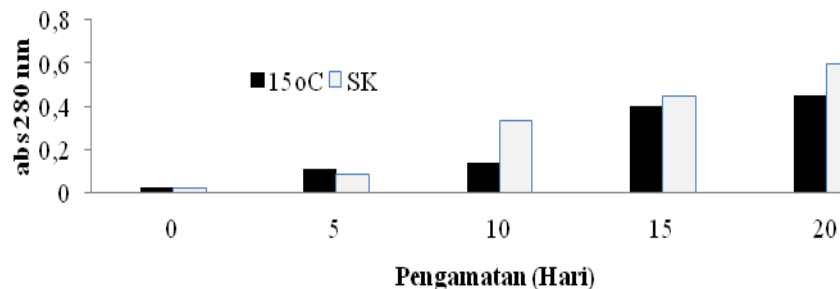
Persentase susut bobot buah yang disimpan di suhu kamar pada pengamatan akhir (hari ke-24) sebesar 36,63%, sementara itu buah yang disimpan di suhu 15°C pada pengamatan hari ke-24 hanya sebesar 21,76% (Gambar 2). Persentase susut bobot buah

yang disimpan pada suhu 15°C di pengamatan terakhir (hari ke-30), sebesar 31%. Persentase susut bobot yang sangat besar ini menunjukkan bahwa perikarp buah manggis sudah mengeras dan sulit untuk dibuka. Menurut Kader (1992), produk hortikultura biasanya sudah mulai menjadi keriput atau layu setelah kehilangan air 3-5% dari beratnya.

Kandungan lignin

Kandungan lignin perikarp buah manggis terus meningkat seiring lamanya penyimpanan (Gambar 3). Peningkatan ini terjadi baik pada perikarp buah yang disimpan di suhu kamar maupun suhu 15°C. Buah yang disimpan pada suhu kamar terjadi peningkatan kandungan lignin secara drastis pada hari ke-10, sedangkan buah yang disimpan di suhu 15°C terjadi pada hari ke-15 dan tetap tinggi pada hari ke-20. Peningkatan kandungan lignin akan menyebabkan tingkat resistensi perikarp buah manggis menjadi lebih tinggi (Gambar 1). Dangcham *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada saat terjadi pengerasan, perikarp menjadi lebih kokoh dan kandungan lignin akan meningkat. Perikarp menjadi lebih kokoh karena lignin bertindak sebagai matriks disekitar komponen polisakarida pada dinding-dinding sel tanaman. Ini menyebabkan dinding sel akan menjadi lebih keras dan padat dan juga membuat dinding-dinding hidrofobik serta tidak tembus air (Whetten & Sederoff, 1995).

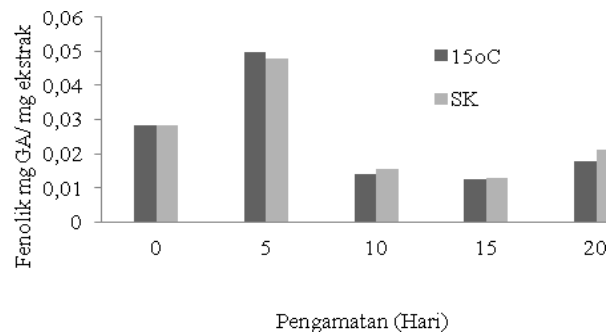
Lignin terdapat diantara sel-sel dan dalam dinding sel yang berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel-sel agar tetap bersama. Keberadaan lignin dalam dinding sel sangat erat hubungannya dengan selulosa yang berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel, berpengaruh dalam memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan air kayu dan mengurangi degradasi terhadap selulosa (Sjostrom, 1995; Winarno, 2002).



Gambar 3. Kandungan lignin perikarp buah manggis selama penyimpanan yang diberi perlakuan suhu kamar dan suhu 15°C.

Total fenolik

Kandungan fenolik meningkat tajam pada hari ke-5, dan menurun drastis pada hari ke-10 dan selanjutnya relatif datar. Dalam biosintesis fenolik, PAL sangat memegang peranan penting. Pada biji Cabe yang disimpan pada suhu rendah (6°C), aktivitas PAL meningkat dan mencapai maksimum setelah dua hari, dan setelah itu turun dengan tajam (Pantastico *et al.*, 1986).

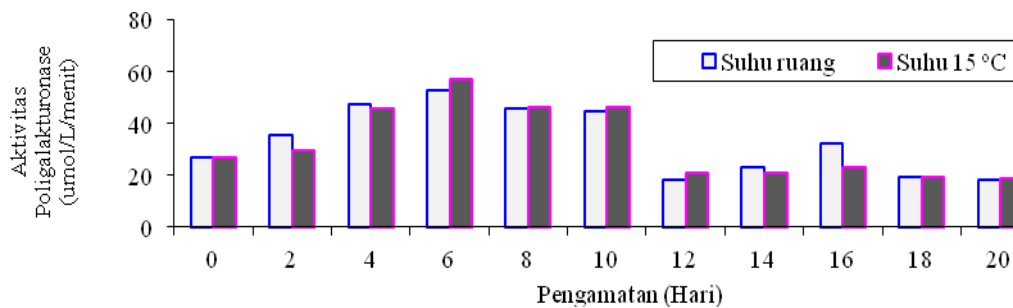


Gambar 4. Kandungan fenolik perikarp buah manggis selama penyimpanan yang diberi perlakuan suhu kamar dan suhu 15°C.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa kandungan fenolik perikarp buah manggis tertinggi terdapat pada hari ke-5 baik yang disimpan di suhu kamar maupun pada suhu 15°C. Setelah hari ke-5 kandungan fenolik mulai berkurang dan penurunannya bersamaan dengan peningkatan resistensi perikarp (Gambar 1) dan kandungan lignin (Gambar 3). Hal ini karena fenolik diubah menjadi bagian penyusun lignin (Bunsiri *et al.*, 2003). Dangcham *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada saat terjadi pengerasan, perikarp menjadi lebih kokoh dan kandungan lignin akan meningkat, sementara total fenolik akan menurun.

Aktivitas Enzim Poligalakturonase

Aktivitas enzim poligalakturonase perikarp buah manggis yang disimpan pada suhu kamar dan suhu 15°C menunjukkan bahwa, mulai hari ke-0 sampai hari ke-6 terus naik. Pada hari ke-8 dan ke-10 mengalami sedikit penurunan tetapi masih tetap tinggi aktivitasnya. Ini menunjukkan bahwa sampai hari ke-10 buah lebih lunak (resistensinya lebih rendah). Hal ini menunjukkan terjadinya hidrolisis pektin menjadi pektat yang larut dalam air yang mengakibatkan perikarp menjadi lunak (Noichida *et al.*, 2007).



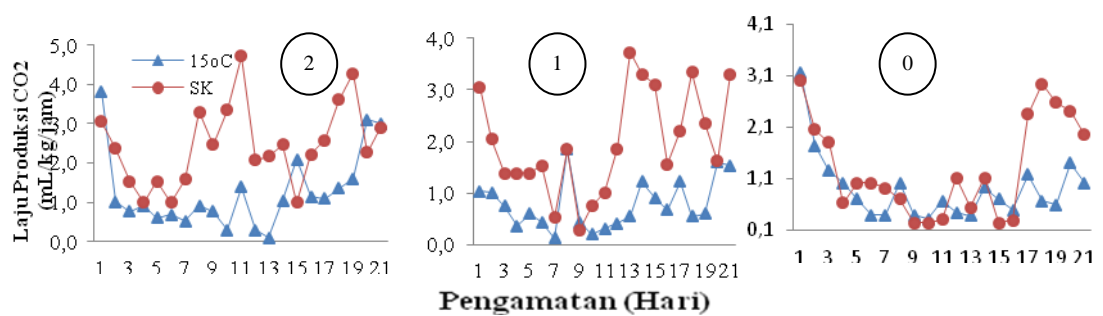
Gambar 5. Aktivitas Poligalakturonase perikarp buah manggis selama penyimpanan yang diberi perlakuan suhu kamar dan suhu 15°C.

Laju respirasi

Pengamatan ini didasarkan pada stadia kematangan buah yang berbeda, yaitu stadia kematangan dua, satu dan nol. Pada awal penyimpanan, buah melakukan respirasi yang sangat tinggi dan selanjutnya turun secara perlahan-lahan. Buah stadia kematangan dua yang disimpan pada suhu kamar puncak respirasi terjadi pada hari ke-10, stadia

kematangan satu pada hari ke-12, dan buah stadia kematangan nol pada hari ke-18 setelah penyimpanan. Buah yang disimpan pada suhu 15°C, untuk semua stadia kematangan puncak respirasinya terjadi pada hari ke-19 (Gambar 6). Perbedaan puncak respirasi ini terjadi karena perbedaan kematangan buah. Respirasi klimakterik pada penyimpanan 15°C lebih lambat terjadi dibandingkan dengan perlakuan suhu kamar karena pada perlakuan suhu dingin maka metabolisme akan menjadi lebih lambat.

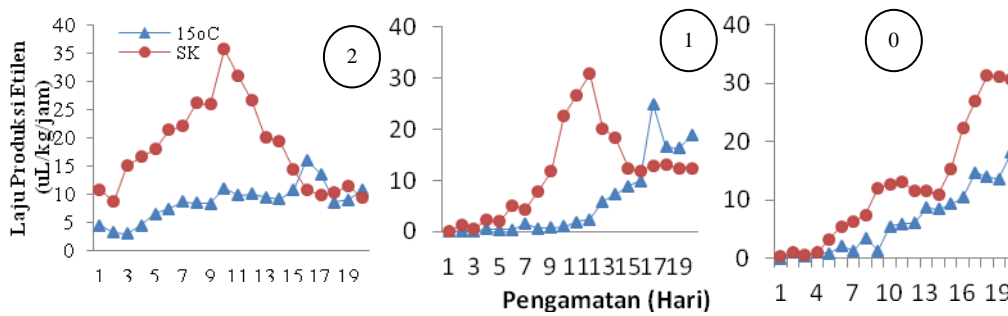
Respirasi klimakterik pada buah stadia kematangan dua dan satu yang disimpan pada suhu kamar (Gambar 6) hampir bersamaan dengan terjadinya peningkatan tingkat resistensi buah manggis yaitu pada hari ke-15 (Gambar 1). Ini menunjukkan bahwa saat terjadi klimakterik maka akan terjadi perubahan metabolisme pada buah manggis seperti peningkatan lignin dan pengerasan perikarp.



Gambar 6. Laju respirasi buah manggis yang diberi perlakuan suhu kamar (SK) dan 15°C berdasarkan stadia kematangan, stadia kematangan buah dua (kiri), satu (tengah) dan nol (kanan).

Laju Produksi Etilen

Dari Gambar 7 tersebut diketahui bahwa laju produksi etilen pada kedua perlakuan suhu dan stadia kematangan buah yang berbeda mempunyai puncak respirasi yang tidak bersamaan. Pada perlakuan suhu kamar untuk stadia kematangan dua, laju produksi etilen tertinggi terjadi pada hari ke-10, sedangkan pada perlakuan suhu 15°C terjadi pada hari ke-17. Pada stadia kematangan satu, laju produksi etilen terjadi pada hari ke-12, sedangkan perlakuan suhu 15°C terjadi pada hari ke-17. Pada buah stadia kematangan nol, puncak laju produksi etilen terjadi pada hari ke-18 sedangkan yang diperlakukan suhu 15°C belum terlihat adanya puncak produksi etilen karena garisnya masih linier. Puncak respirasi (Gambar 6) dan tingkat laju produksi etilen (Gambar 7) terjadi bersamaan pada buah manggis.



Gambar 7. Laju produksi etilen buah manggis yang diberi perlakuan suhu kamar (SK) dan 15°C berdasarkan stadia kematangan buah, stadia kematangan dua (kiri), satu (tengah) dan nol (kanan).

Perlakuan suhu rendah dari suhu kamar akan menyebabkan proses metabolisme suatu produk menjadi lebih lambat termasuk laju produksi etilen. Pada buah manggis yang termasuk buah klimakterik, perlakuan suhu rendah dapat memperlambat terjadinya puncak produksi etilen, tetapi tidak mengubah bentuk kurva produksi etilen.

Kesimpulan

1. Respirasi klimakterik dan puncak laju produksi etilen terjadi secara bersamaan pada buah manggis.
2. Respirasi klimakterik akan memicu terjadinya peningkatan jumlah lignin.
3. Pengerasan perikarp buah manggis terjadi karena penurunan kadar air dan peningkatan kandungan lignin.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI yang telah membiayai penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Disertasi Doktor Nomor: 503/SP2H/PP/DP2M/VI/2010, tanggal 11 Juni 2010

Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Buah-buahan di Indonesia 2012. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=3. [15 Februari 2012].
- Bruce RJ, West CA. 1989. Elicitation of Lignin Biosynthesis and Isoperoxidase Activity by Lignin Fragment in Suspension Culture of Castor Bean. *Plant Physiol.* 91 (889-897).
- Bunsiri A, Ketsa S, Paull RE. 2003. Phenolic Metabolism and Lignin Synthesis in Damaged Pericarp. *Postharvest Biology and Technology.* 29 (61-71).
- Dangcham S, Ketsa S. 2007. Relationship between Maturity Stages and Low Temperature Involved in the Pericarp Hardening of Mangosteen Fruit after Storage. *Thai Journal of Agricultural Science.* 40(3-4)
- Dangcham S, Bowen J, Ferguson IB, Ketsa S. 2008. Effect of temperature and low oxygen on pericarp hardening of mangosteen fruit stored at low temperature. *Postharvest Biology and Technology.* 50 (37-44).

- Inayati UK. 2009. Pengaruh Kombinasi BA dan Beberapa Jenis Bahan Pelapis untuk Memperpanjang Daya Simpan Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) [skripsi]. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Kader AA. 1992. Postharvest Biology and Technology: An Overview in: Kader AA (Technical ed), Postharvest Technology of Horticulture Crops. Division of Agriculture and National Resource, University of California, California.
- Martin W. 1980. Durian and mangosteen. In S.Nagi and P.E.Shaw (Eds) Tropical and subtropical fruit composition properties and uses pp 407-414; 1980.
- Nakasone HY, Paull RE. 1999. Tropical Fruits. CAB International, Wellington, UK.
- Noichinda S, Bodhipadma K, Singkhornart S, Ketsa S. 2007. Changes in pectic substances and cell wall hydrolase enzymes of mangosteen (*Garcinia Mangostana*) fruit during storage. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 35: 229-233.
- Osman M, Milan AR. 2006. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) [e-book]. Southampton: Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, UK. <http://www.cropsforthefuture.org/publication/Monographs/Mangosteen%20monograph.pdf>. [15 Desember 2010]
- Paliyath G, Murr DP, Handa AK, Lurie S. 2008. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Iowa, Wiley-Blackwell Publishing.
- Pantastico EB, Matto AK, Murata T, Ogata K. 1986. Kerusakan-kerusakan karena Pendinginan *dalam*: Pantastico (Ed), Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika (penerjemah: Kamaryani). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Poerwanto R, Efendi D, Susila AD. 2011. Studi Peningkatan Kualitas Buah Manggis. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IPB, Bogor.
- Qanita. 2004. Kajian perubahan mutu buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan perlakuan *precooling* dan penggunaan giberelin selama penyimpanan [tesis]. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Sartika R. 2010. Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara Terhadap *Shelf-life* dan Karakteristik Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Selama Penyimpanan [skripsi]. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas IPB, Bogor.
- Sjostrom E. 1995. Kimia Kayu Dasar-dasar dan Penggunaan. Edisi ke-2. (penerjemah: Sastroamijoyo H; editor: Prawirohatmojo S). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suryanti, Setyadjit. 2007. Teknologi Penanganan Buah Manggis untuk Mempertahankan Mutu Selama Penyimpanan. Buletin Teknologi Pertanian. 3 (66-73).
- Uthairatanakij, A. and S. Ketsa. 1996. Physico-chemical changes of pericarp of mangosteen fruit after low temperature storage, pp. 411-422. In S. Vijayasegaran, M. Pauziah, M.S. Mohamad and S. Ahmad Tarmizi (eds.), Proceedings of International Conference on Tropical Fruits. Vol. I. MARDI, Serdang, Selangor, Malaysia.
- Whetten R, Sederoff R. 1995. Lignin Biosynthesis. The Plant Cell. 7 (1001-1013).
- Winarno FG. 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura. M-Brio Press, bogor.
- Zhang D, Quantick PC, Grigor JM. 2000. Changes in phenolic compounds in Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. Postharvest Biol. Technol. 19 (165-172).
- Zoghbi. 1994. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. Food Chemistry 49: 33-37.

