



UNIVERSITAS MULAWARMAN

ORASI ILMIAH GURU BESAR  
UNIVERSITAS MULAWARMAN

**Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si., Ph.D.**

PERAN BIOTEKNOLOGI DALAM PENGEMBANGAN  
BUAH LOKAL DURIAN DAN PISANG ASAL  
KALIMANTAN TIMUR

21 September 2023  
GOR 27 September, Universitas Mulawarman

Hak cipta ada pada penulis

## **FOTO ORATOR**



**Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si., Ph.D.**

## DAFTAR ISI

FOTO ORATOR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
SINOPSIS.....	1
A. Pendahuluan .....	2
B. Lai-durian, Prospek dan Pengembangannya Sebagai Varietas Unggul Asal Kalimantan Timur	6
C. Pengembangan Pisang Lokal Asal Kalimantan Timur.....	12
D. Prospek Masa Depan .....	20
DAFTAR PUSTAKA .....	21
UCAPAN TERIMA KASIH .....	25
CURRICULUM VITAE .....	27

## SINOPSIS

Pulau Kalimantan memiliki kekayaan yang sangat tinggi sumber daya genetik tanaman buah-buahan lokal termasuk tanaman buah Durian dan Pisang. Buah ini adalah dua diantara buah lokal yang digemari dan dikonsumsi secara luas di Indonesia. Sifat *outcrossing* dan *open pollination* pada bangsa *Durio* spp. menyebabkan keragaman tanaman ini sangat luas dan tersedia varian-varian unik yang dapat dimanfaatkan dan didomestikasi menjadi buah durian unggul untuk tujuan komersial. Sementara itu sifat partenokarpi, mutasi, pengembangan genetik dan persilangan alami dari berbagai species dan subspecies pada tanaman pisang didukung dengan kemampuan beradaptasi pada berbagai lingkungan tumbuh di daratan tropis, membuat keragaman tanaman pisang juga berkembang luas yang membuka peluang untuk mendapatkan varian baru yang unggul yang dapat dieksploitasi potensi ekonominya.

Dari total 20 spesies *Durio* yang ditemukan di Indonesia, 18 spesies diantaranya terdapat di Kalimantan, dan dari 200 kultivar pisang yang ada di Indonesia hampir dua pertiganya ditemukan di pulau Kalimantan. Sepanjang tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 telah dilakukan serangkaian penelitian untuk memberdayakan dan mengangkat varietas-varietas buah lokal durian dan pisang asal Kalimantan Timur. Eksplorasi, identifikasi, analisis keragaman, peningkatan produktifitas dan kualitas buah dengan penggunaan bibit bermutu dan unggul hasil kultur jaringan dan teknologi *grafting* maupun penggunaan input teknologi budidaya dan inisiasi pembungaan diluar musim telah dilakukan dengan menggunakan pendekatan konvensional maupun bioteknologi. Penelitian menghasilkan rekomendasi teknologi, artikel di berbagai jurnal internasional bereputasi serta perlindungan hak kekayaan intelektual seperti paten dan pendaftaran varietas tanaman (PVT).

## A. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai hutan hujan tropis terbesar di dunia setelah Brazilia, dengan keragaman hayati yang sangat tinggi baik untuk keragaman tanaman, hewan, dan biota yang lainnya. Kekayaan keragaman hayati akan menjadi sangat menguntungkan apabila keragaman tersebut mampu di eksplorasi, dimanfaatkan, dan dipertahankan melalui konservasi yang berkesinambungan. Kekayaan keragaman hayati merupakan modal yang sangat besar untuk dimanfaatkan dalam rangka pemenuhan kebutuhan pangan dan pemenuhan kebutuhan energi, terutama energi terbarukan. Selain itu keragaman hayati juga merupakan modal dasar untuk merakit varietas/kultivar unggul melalui pemuliaan dan pengembangan menggunakan teknologi modern. Salah satu keragaman hayati yang berpotensi untuk di ekplorasi dan dikembangkan adalah keragaman tanaman buah-buahan lokal tropis seperti durian dan pisang.

Sebagian besar sumber daya genetik dan keanekaragaman spesies *Durio* dilaporkan ada di Pulau Kalimantan. Dari total 20 spesies *Durio* yang ditemukan di Indonesia, 18 spesies terdapat di pulau Kalimantan (Ruwaida 2005). Karena adanya karakteristik penyerbukan terbuka (*Open polinated plants*), maka keragaman genetik *Durio spp.* semakin meningkat dan menyebar secara signifikan. *Durio spp.* merupakan tanaman endemik unik, baik yang tumbuh secara liar maupun dibudidayakan di negara-negara Asia seperti Indonesia, Thailand, Brunei, Filipina, dan Malaysia. Sekitar 30 spesies terdapat di dunia (Morton 1987) dan 18 diantaranya ditemukan di Pulau Kalimantan (Ruwaida et al. 2009; Uji 2005). Oleh karena itu, Pulau Kalimantan dikenal sebagai pusat keanekaragaman hayati ekologi Durian (Osman et al. 1995). Enam spesies Durian yang ditemukan di

Kalimantan dan teridentifikasi sebagai spesies yang dapat dimakan (*edible*), yaitu *D. zibethinus*, *D. kutejensis*, *D. graveolens*, *D. oxleyanus*, *D. dulcis*, dan *D. testudinarum*. Diantara berbagai species tersebut *D. zibethinus* (Durian) merupakan buah yang paling populer dimakan dan telah memasuki pasar global.

Durian digemari oleh konsumen yang sebagian besar masyarakat Asia, dari segi keragaman rasa, aroma, warna, dan aspek estetika. Tingginya keragaman morfologi tanaman, performa buah, dan rasa sebagian besar berkaitan dengan karakter penyerbukan terbuka/silang, seperti dilaporkan pada *D. zibethinus*. Sistem penyerbukan allogami mendominasi sekitar (30%) dibandingkan autogami (11%) (Lim dan Luders 1998). Hal ini memungkinkan *D. zibethinus* menerima berbagai sumber serbuk sari, bahkan dari penyerbukan antar spesies/interspesifik yang berbeda. Akibatnya, keturunan dari sistem penyerbukan ini memiliki keragaman genetik yang tinggi yang berasal dari tetua yang beragam.

Pisang dibudidayakan dan dikonsumsi oleh hampir 100 negara tropis dan subtropis serta memiliki nilai sosial ekonomi yang sangat penting di dunia (INIBAP 2006). Di negara berkembang, pisang merupakan tanaman penting ke-empat setelah padi, gandum dan maize. Terdapat sekitar 1000 kultivar pisang yang telah dikenal (Heslop-Harrison & Schwarzacher 2007). Sementara itu di Indonesia terdapat hampir 200 kultivar/klon pisang yang tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Pisang sangat digemari dan banyak dikonsumsi karena selain enak, juga banyak mengandung vitamin dan mineral terutama vitamin A.

Walau Indonesia memiliki keragaman yang tinggi baik untuk durian maupun pisang namun sampai saat ini belum ada satu produk/varietas yang mampu bersaing dengan MONTHONG dari Thailand ataupun Pisang CAVENDISH dari Amerika Tengah di tataran perdagangan dan konsumsi dunia. Padahal

dari sisi rasa banyak varietas lokal baik durian ataupun pisang yang mampu menyaingi bahkan melebihi kualitas rasa dari produk komersial durian maupun pisang yang sudah ada. Sementara itu permintaan produk hasil pertanian tidak pernah menurun bahkan meningkat terus seiring dengan pemenuhan kebutuhan pangan penduduk dan populasi penduduk dunia yang terus bertumbuh. Oleh karena itu tantangan besar bagi para pemulia tanaman untuk memproduksi dan merakit varietas unggul yang mampu menjadi produk andalan ekspor Indonesia di masa mendatang.

Dalam rencana Pembangunan Nasional Indonesia dimulai sejak zaman orde baru sampai orde reformasi saat ini, pertanian telah dijadikan salah satu sektor unggulan bahkan merupakan *leading sector* yang diharapkan mampu menggerakkan ekonomi nasional di masa kini dan masa yang akan datang, mengingat besarnya potensi sumber daya alam, sumber daya keragaman hayati dan kondisi lingkungan yang mendukung pengembangan pertanian yang maju. Namun kenyataannya adalah bahwa sampai saat ini Indonesia belum mampu memanfaatkan keunggulan dan potensi tersebut untuk menjadikan Indonesia sebagai negara AGROINDUSTRI seperti yang dicita-citakan, bahkan sebaliknya Indonesia menjadi masih negara pengimpor banyak produk-produk pertanian seperti buah-buahan.

Salah satu penyebab belum berhasilnya Indonesia menjadi negara Agroindustri yang maju adalah belum berhasilnya proses penerapan dan diseminasi teknologi modern dalam berbagai tahapan proses baik mulai dari produksi hulu seperti proses produksi produk-produk pertanian di lapangan (*on farm*), proses paska panen hingga proses di industri hilir untuk menciptakan produk-produk baru berbasis bahan baku pertanian yang mempunyai nilai tambah yang tinggi. Seperti diketahui bahwa negara-negara yang telah dikenal maju dalam bidang pertanian

seperti negara Eropa, Australia, dan Amerika, serta negara-negara yang sedang menuju menjadi negara pertanian yang maju seperti India, Thailand, dan Vietnam telah menetapkan dan menerapkan komitmen dan perhatian yang tinggi untuk menggunakan teknologi modern dalam mendukung sektor pertanian.

Bioteknologi merupakan suatu teknologi yang tumbuh dan berkembang sejak tahun 1960-an dan menjanjikan banyak harapan bagi dunia pertanian dalam skala luas salah satunya dalam pengembangan produksi dan kualitas hasil tanaman. Pendekatan bioteknologi yang memanfaatkan perkembangan teknologi yang bekerja pada level molekul, mampu memanfaatkan sumber-sumber gen dari lintas kekerabatan untuk menciptakan galur-galur/varietas baru yang mempunyai karakter dan sifat unggul tanaman yang dibutuhkan oleh manusia (Glick and Pasternak 1994). Pengembangan marka DNA mampu mempercepat proses seleksi dan identifikasi karakter tanaman sehingga berkontribusi besar dalam pengembangan bibit unggul tanaman. Penggunaan marka molekuler juga dapat dimanfaatkan dalam analisis dan identifikasi keragaman genetik. Sedangkan marka DNA spesisik dalam tataran aplikasi digunakan untuk melacak pemalsuan bibit, pencurian dan penyelundupan produk pertanian dan konservasi serta perlindungan terhadap kekayaan sumber daya hayati (Team Biotol, 1996). Bioteknologi terbukti mampu menambah sifat-sifat yang sebelumnya tidak ada pada suatu tanaman atau hewan dengan sifat-sifat baru yang bermanfaat sehingga menambah nilai ekonomi produk pertanian. Pada tulisan ini dipaparkan hasil-hasil penelitian dengan memanfaatkan bioteknologi dan pendekatan analisis molekuler untuk studi keragaman, konservasi dan pengembangan buah lokal asal Kalimantan Timur seperti durian dan Pisang.

## **B. Lai-durian, Prospek dan Pengembangannya Sebagai Varietas Unggul Asal Kalimantan Timur**

Lai-durian adalah salah satu spesies *Durio* yang terdapat di Kalimantan Timur yang memiliki karakter buah yang unggul seperti rasa manis, tekstur lembut dan kering, warna aril kuning, kadar air rendah, tidak mengandung alkohol, dan tidak berbau yang menyengat. Hal ini membuat Lai-durian disukai konsumen. Masyarakat lokal di Kalimantan Timur menyebut Lai-durian dengan nama yang berbeda seperti HOLAI SENTAWAR Di Kabupaten Kutai Barat, LAI MANDONG di Kabupaten Kutai Kartanegara, atau LAI KAYAN di Kabupaten Bulungan. Status taksonomi Lai-durian masih belum diketahui, sebagian masyarakat mengelompokkan dalam spesies *Durio kutejensis* (Lai) karena arsitektur pohon kedua spesies ini sangat mirip, sementara sebagian yang lain mengklasifikasikannya sebagai *Durio zibethinus* (Durian) karena rasa manis dan performa buahnya. Identifikasi tanaman Lai-durian secara morfologi telah dilakukan (Sunaryo et al. 2015a) dan secara molekuler dengan menggunakan DNA Barcoding (Sunaryo et al. 2015b) yang menunjukkan bahwa Lai-durian merupakan spesies *amphidiploid* hasil persilangan alami (*interspecies*) antara *Durio zibethinus* dan *Durio kutejensis* (Gambar 1).



Gambar 1. Performa bunga, buah dan daging buah Lai-durian dibandingkan dengan Durian maupun Lai. A, D, G, J: Bunga, buah dan daging buah Durian, B, E, H, K: Bunga, buah dan daging buah Lai Durian, dan C, F, I, L: Bunga, buah dan daging buah Lai.

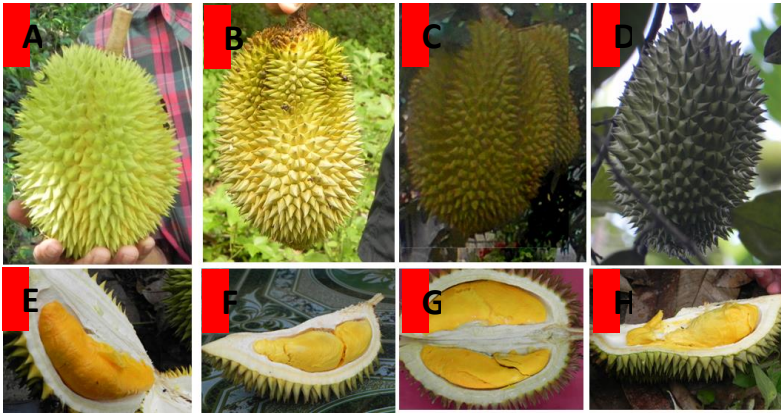
Tanaman Lai-durian tumbuh dengan baik di hampir semua Kabupaten dan Kota di Kalimantan Timur. Hasil eksplorasi tanaman Lai-durian sepanjang tahun 2015 didapatkan 26 tanaman Lai-durian (Tabel 1; Sunaryo et al. 2015a).

Beberapa varietas tanaman Lai-durian asal Kalimantan Timur telah didaftarkan dan dilepas sebagai varietas unggul nasional yaitu Lai kayan, Lai

mandong, dan Lai sentawar (Sunaryo et al. 2015a, Gambar 2).

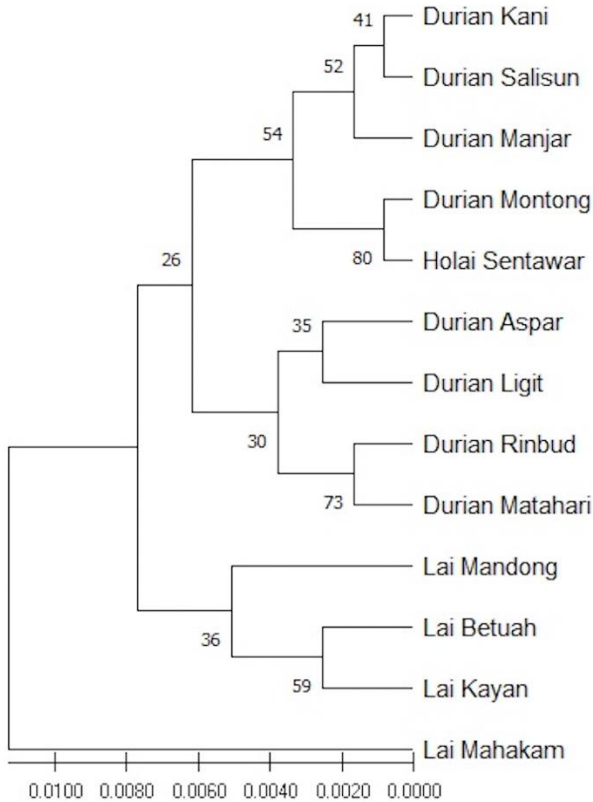
Tabel 1. Hasil eksplorasi tanaman Lai-durian dari 13 Kabupaten dan Kota di Kalimantan Timur.

<b>No. Sampel</b>	<b>Nama Lokal</b>	<b>Asal</b>
<b>1A</b>	Holai/Sentawar/Lai durian	Kutai Barat
<b>1B</b>	Holai/Sentawar/Lai durian	Kutai Barat
<b>1C</b>	Holai/Sentawar/Lai durian	Kutai Barat
<b>9</b>	Durian Lai Mandong	Kutai Barat
<b>15</b>	Durian Lai (Mandong)	Kutai Barat
<b>22</b>	Durian Kayan	Samarinda
<b>28</b>	Lai (putative Durian lai)	Kutai Kartanegara
<b>30</b>	Lai Mandong	Kutai Kartanegara
<b>31</b>	Lai (putative durian lai)	Kutai Kartanegara
<b>32</b>	Durian Lai (putative)	Samarinda
<b>33</b>	Lai durian (Mading 1)	Kutai Kartanegara
<b>34</b>	Lai durian (Mading 2)	Kutai Kartanegara
<b>40</b>	Lai Mandong	Kutai Kartanegara
<b>42</b>	Lai kayan (lai durian)	Kutai Kartanegara
<b>43</b>	Lai mandong (pohon induk)	Kutai Kartanegara
<b>44</b>	Lai Durian	Penajam Paser Utara
<b>45</b>	Lai durian	Penajam Paser Utara
<b>46</b>	Lai aroma durian	Penajam Paser Utara
<b>55</b>	Lai Kayan (PIT)	Bulungan
<b>56</b>	Lai Kayan (anakan PIT)	Bulungan
<b>60</b>	Lai Kayan	Bulungan
<b>61</b>	Lai Kayan	Bulungan
<b>68</b>	Durian Pagaluyon	Nunukan
<b>69</b>	Lai Durian	Berau
<b>80</b>	Lai Durian	Balikpapan
<b>81</b>	Lai Durian	Balikpapan



Gambar 2. Performa buah dan daging buah beberapa Lai-durian yang ditemukan dalam penelitian ini. A dan E: Lai Kayan (Bulungan, varietas unggul), B dan F: Durian Lai (Samarinda), C dan G: Holai Sentawar (Kutai Barat, varietas unggul), dan D dan H: Lai Durian (Balikpapan).

Analisis kekerabatan tanaman Lai-durian menggunakan marka molekuler baik DNA barcoding ataupun marka ISSR mempertegas hasil studi secara morfologi bahwa Lai-durian merupakan hasil persilangan alami antara *D. zibethinus* dan *D. kutejensis* (Sunaryo et al. 2015b), bahkan analisis kekerabatan dengan sekuen gen *rbcL* pada Kloroplas menunjukkan bahwa kloroplas tanaman Holai Sentawar (Lai-durian, Kutai Barat) memiliki kesamaan dengan Kloroplas Durian Monthong (Thailand). Hal ini menunjukkan bahwa Holai Sentawar berasal dari *mother plant/tetua betina* Durian Monthong dengan tetua jantan dari tanaman Lai (Gambar 3). Pada penelitian ini komposisi media untuk ekstraksi DNA pada tanaman durian yang berbasis tanpa Nitrogen cair berhasil dipatenkan pada tahun 2018 atas nama Widi Sunaryo dengan nomor paten S00201708791.



Gambar 3. Analisis keragaman dan kekerabatan Lai-durian (*Durio zibethinus x kutejensis*) dengan tetuanya yaitu Durian (*Durio zibethinus*) dan Lai (*Durio kutejensis*) menggunakan DNA barcoding pada gen *rbcL*.

Dalam upaya meningkatkan dan mengatasi kelangkaan bibit berkualitas sebuah studi dilakukan dengan melakukan sambung pucuk (*Cleft Grafting*) maupun okulasi (*chip budding*) menggunakan berbagai varietas Lai-durian sebagai batang atas/entris/scion dengan batang bawah (*rootstock*) dari bibit Durian, Lai, maupun Lai-durian (Sunaryo et al. 2019a). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Lai-durian sangat efisien (94 % keberhasilan) diperbanyak dengan

menggunakan okulasi dengan batang bawah yang berasal dari Durian ataupun Lai-durian itu sendiri (Tabel 2).

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman dan keberhasilan sambung pucuk dibanding dengan okulasi pada tanaman Lai-durian setelah 56 hari pengamatan.

Variabel Pertumbuhan	Sambung Pucuk	Okulasi	t-test
Pertambahan tinggi tanaman (cm)	8,82	10,48	*
Diameter batang atas (cm)	1,09	1,37	*
Diameter batang bawah (cm)	1,00	1,27	*
Pertambahan jumlah daun	9,22	4,60	**
Pertambahan jumlah cabang	3,48	2,46	*
Persentase keberhasilan (%)	60,00	94,00	**
Waktu keberhasilan sambungan(hari)	76,56	17,43	**

Keterangan: \*\* = Sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), \* = Nyata ( $p \leq 0,05$ )

Selain itu untuk meningkatkan produktifitas tanaman Lai-durian telah dilakukan kajian tentang teknologi budidaya dan inisiasi pembungaan di luar musim dengan menggunakan berbagai senyawa macam perangsang dan penghambat tumbuh yaitu Gibberellin (GA3), Prohexadione-Ca, Paclobutrazole, dan perlakuan strangulasi (pengikatan pada batang) dengan menggunakan kawat (Tabel 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Lai-durian berhasil diinisiasi pembungaanya di luar musim pada semua perlakuan yang diberikan kecuali perlakuan strangulasi. Jumlah buah terbanyak diperoleh apabila tanaman Lai-durian diinisiasi dengan senyawa Prohexadione-Ca (Tabel 3).

Berbagai kajian selama kurun waktu tahun 2014 sampai dengan 2021 telah didapatkan status taksonomi yang jelas, asal-muasal kekerabatan serta teknologi penyiapan bibit dan peningkatan produksi buah tanaman Lai-durian.

Tabel 3. Produktifitas buah tanaman lai-durian varietas Mandong pada perlakuan inisiasi pembungaan diluar musim.

<b>Perlakuan Induksi Pembungaan</b>	<b>Jumlah Buah Kecil per tanaman</b>	<b>Jumlah Buah Saat Panen per tanaman</b>	<b>Rata-rata Berat Buah (g)</b>	<b>Rerata-jumlah Biji perbuah</b>
Kontrol (tanpa perlakuan)	0	0	0	0
Paklobutrazol	67	32	1845,12	28,33
Prohexadione-Ca	83	47	1796,23	31,67
Strangulasi	0	0	0	0
Gibberelin (GA3)	54	33	1941,41	30,33

### **C. Pengembangan Pisang Lokal Asal Kalimantan Timur**

Pisang budidayakan dan di konsumsi oleh hampir 100 negara tropis dan subtropis serta memiliki nilai sosial ekonomi yang sangat penting di dunia (INIBAP 2006). Di negara berkembang, pisang merupakan tanaman penting ke-empat setelah padi, gandum dan maize. Terdapat sekitar 1000 kultivar pisang yang telah dikenal (Heslop-Harrison & Schwarzacher 2007).

Pisang telah memainkan peran penting dalam penyediaan makanan terutama di negara-negara tropis dan subtropis yang disajikan sebagai makanan penutup/*desert banana* atau pisang masak/*cooking banana* (Lescot 2011). Pisang sangat baik untuk dimakan karena kandungan gizinya yang tinggi seperti karbohidrat, vitamin, dan mineral (Wall 2006). Selain itu, pisang merupakan buah yang terjangkau dan banyak tersedia di pasar lokal atau supermarket karena dapat dibudidayakan dalam berbagai kondisi iklim dan lingkungan.

Hibridisasi dan mutasi genetik dari beragam spesies dan sub spesies telah memperbesar keragaman genetik kultivar pisang dan ras lokal (Heslop-Harrison dan Schwarzacher 2007). Pisang modern yang dikonsumsi saat ini umumnya buahnya tidak berbiji, berkembang secara partenokarpi, dan memiliki genom

triploid (Valmayor dkk. 2000). Domestikasi pisang dilakukan berkaitan dengan nilai ekonomis untuk budidaya sebagai bahan pangan dan industri. Pisang modern yang dibudidayakan pada skala luas untuk tujuan pangan dan industri tersebut di atas, biasanya berasal dari pisang triploid tanpa biji hasil hibridisasi dan perbaikan genetik dari nenek moyang pisang yaitu *Musa acuminata* (genom AA) dan *Musa balbisiana* (genom BB) (Espino et al. 1992). Pisang-pisang tersebut tergolong Eumusa yang ditandai dengan jumlah kromosom  $2n = 2x = 22$  (Wong et al. 2002). Pada pisang triploid tanpa biji, perkembangan buah secara partenokarpik terjadi karena kegagalan pembuahan dan pemebentukan biji (Horry dkk. 1997).

Pembentukan pisang modern melibatkan nenek moyangnya yaitu *M. acuminata* yang disebut sebagai A-genome, dan *M. balbisiana* yang disebut sebagai B-genome. Genom A dicirikan oleh pisang yang manis (*sweet banana*), sedangkan genom B ditandai dengan pisang yang bersifat pisang masak (*cooking banana*) dan mengandung banyak pati (Pillay dkk. 2002). Terdapat perbedaan karakter morfologi yang mencolok dan spesifik antara kedua spesies. Simmonds dan Shepherds (1955) menggunakan karakter ini untuk mengklasifikasikan kelompok genom hibrida triploid interspesifiknya seperti hibrida triploid pisang raja (genotipe AAB) dan pisang kapok (genotipe ABB). Lebih jauh lagi, hibrida interspesifik anatar kedua spesies disebut sebagai *Musa x paradisiaca* (Espino et al. 1992).

Indonesia merupakan salah satu sentra *M. acuminata* dan *M. balbisinia* di dunia (Horry et al. 1997) dan terdapat sekitar 200 kultivar/klon yang didomestikasi dan dibudidayakan untuk pangan dan industri kecil oleh masyarakat Indonesia. Kontribusi pisang terhadap perekonomian Indonesia tidak bisa diabaikan karena pisang merupakan komoditas buah terpenting dengan produksi buah tertinggi sebesar 71.286.986 Ku pada tahun 2017 (Ditjen Hortikultura

Kementerian Pertanian RI 2017). Oleh karena itu, banyak upaya yang dilakukan untuk mengeksplorasi, mengidentifikasi dan melestarikan plasma nutfah pisang Indonesia. Banyak klon yang dibudidayakan secara komersial oleh petani masih belum teridentifikasi dan diakui termasuk yang ada di Pulau Kalimantan.

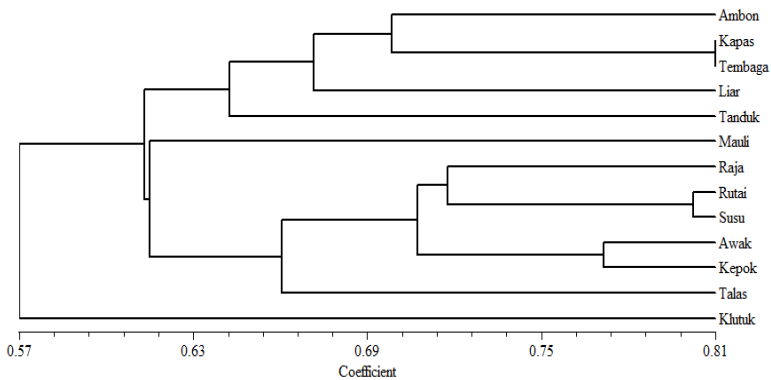
Pengembangan komoditas-komoditas buah lokal adalah salah satu usaha untuk mengatasi persaingan pasar buah nasional maupun internasional di tengah membanjirnya produk buah-buahan impor. Dengan ditingkatkannya nilai dan kualitas buah lokal akan meningkatkan daya saingnya di pasar nasional maupun global, mengingat buah lokal mempunyai keunggulan dalam hal keberagaman rasa, aroma, warna, dan aspek estetikanya. Selain itu komoditas buah lokal mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dengan daerah tumbuhnya sehingga tidak membutuhkan input teknologi yang tinggi. Sehingga pengembangan buah nasional berbasis pengembangan sentra-sentra buah lokal mempunyai nilai yang sangat strategis dalam rangka pembangunan pertanian khususnya sektor perkebunan tanaman buah dan hortikultura yang masih belum tergalai dan dikembangkan dengan optimal.

Sebuah studi ekplorasi dan klasifikasi pengelompokan genom terhadap enam pisang lokal asal Kalimantan timur dengan menggunakan pengamatan 108 karakter morfologi dan 13 karakter kunci, berhasil dilakukan (Sunaryo et al. 2019b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa genom pisang lokal asal Kalimantan Timur bervariasi dari AA, AAA, AAB, AB hingga BB (Tabel 3).

Tabel 3. Klasifikasi genom enam pisang lokal dari Kalimantan Timur

Kultivar	Skor Total	Klasifikasi Genome
Liar/Monyet( <i>Musa acuminata</i> )	15	AA
Talas/Sunking	31	AAB
Rutai	28	AAB
Ambon	19	AAA
Tanduk	48	AB
Klutuk ( <i>Musa balbisiana</i> )	75	BB

Hasil analisis keragaman dan kekerabatan menggunakan marka molekuler ISSR (Sunaryo et al. 2020) menunjukkan bahwa semua tanaman pisang lokal asal Kalimantan timur merupakan keturunan dan pengembangan dari tetua *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* (Gambar 4). Terdapat hubungan kekerabatan yang sangat erat antara pisang Kapas dan pisang Tembaga, Pisang awak dan kapok serta pisang Rutai dan pisang Susu.



Gambar 4. Hubungan kekerabatan genetik beberapa pisang lokal asal Kalimantan Timur yang dianalisis menggunakan marka molekuler ISSR.

Salah satu pisang lokal asal Kalimantan Timur yaitu Pisang Talas (Sunaryo et al. 2017), merupakan

salah satu jenis pisang yang tumbuh spesifik di Pulau Kalimantan yang belum banyak dikenal seperti halnya pisang Ambon, Kepok, Raja, Emas, Tanduk, Mauli ataupun Barangan. Pisang Talas mempunyai ciri-ciri karakter unggul seperti rasa enak dengan ciri-ciri tekstur lembut, manis, tidak sepat ataupun asam, tidak lembek/lunak seperti halnya pisang Ambon, tidak keras seperti pisang Nangka/Tanduk dan rasa serta teksturnya mirip dengan pisang Cavendish namun lebih manis. Pisang Talas sangat cocok dimakan segar sebagai buah meja (*dessert banana*) dan sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk ekspor seperti halnya pisang *Cavendish*. Selain rasa yang enak, pisang Talas juga mempunyai ciri-ciri fisik yang unik dan menarik seperti warna daging buah putih kekuning-kuningan, bentuk buah melengkung dengan ujung yang seperti tutup botol, warna kulit kuning mengkilap bila sudah matang dan berukuran sedang (Gambar 5). Pisang talas mempunyai nilai jual yang tinggi dibanding dengan pisang lainnya di pasaran lokal dan dapat disimpan dalam waktu yang lama dan tidak mudah busuk/lembek, sehingga berpotensi untuk di jadikan produk ekspor yang memerlukan waktu transportasi yang cukup panjang.



Gambar 5. Penampilan fisik pisang Talas. A. Tandan pisang yang masih di pohon, B. Buah pisang diambil dari bagian tengah sisir, C dan D. daging buah, dan E. Irisan melintang daging buah.

Analisis kandungan nutrisi (Sunaryo et al. 2017) menunjukkan bahwa pisang talas mempunyai kadar gizi yang sangat baik dilihat dari kandungan karbohidrat, gula, protein, dan mineral terutama Kalium (Tabel 4).

Untuk melindungi hak kekayaan intelektual pisang Talas telah dilakukan penelitian untuk menyusun deskripsi morfologi (Sunaryo et al. 2017) dan dilakukan pendaftaran ke Dirjen Hortikultura Kementerian Pertanian sebagai varietas Lokal dengan Nama *Pisang Sunking* dengan Nomor pendaftaran 993/PVL/2018. Usaha untuk meningkatkan produktifitas telah dilakukan dilandasi kenyataan rendahnya hasil tanaman pisang Talas/Sunking bila dibudidayakan dengan metode tradisional/konvensional. Hasil penelitian dengan menggunakan input teknologi baik pemupukan (organik dan anorganik), pemeliharaan, dan *ratooning* mampu meningkatkan hasil sampai dengan 2,41 kali lipat (Tabel 5). Dengan input teknologi optimal tanaman pisang mampu berproduksi sekitar 28,81 kg per tandan dibanding dengan sistem budidaya tradisional yang hanya berproduksi 11,93 kg per tandan.

Tabel 4. Kandungan gizi pisang talas dibanding pisang lain dari Kalimantan Timur.

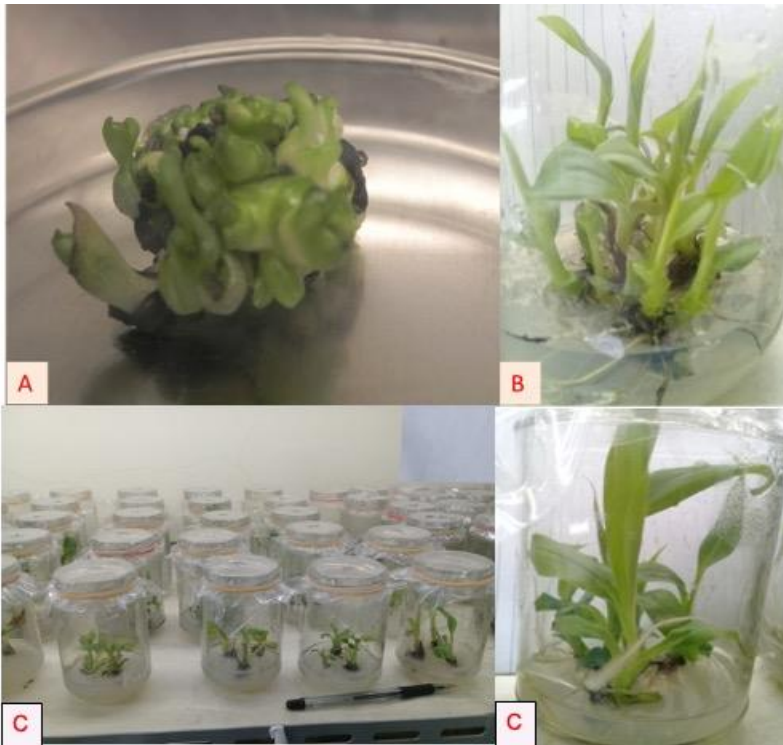
No	Uji organoleptik	Kultivar Pisang						
		Caven-dis	Am-bon	Raja	Sun-king	Susu	Ke-pok	Mauli
1	Kemanisan (° Brix)	18,32	20,47	18,64	16,26	20,53	17,88	20,53
2	Karbohidrat (%)	29,59	25,68	26,49	36,09	41,70	33,57	38,02
3	Serat kasar (%)	0,83	0,63	4,30	0,92	0,73	1,43	0,42
4	Protein (%)	1,20	1,22	2,65	1,13	1,26	1,19	2,05
5	Lemak (%)	0,35	0,27	0,18	0,31	0,21	0,48	0,26
6	Kadar abu (%)	1,68	0,70	1,71	1,76	0,68	0,55	0,52
7	Kadar air (%)	67,18	72,13	68,97	60,72	56,15	64,21	59,15

Untuk mendukung ketersediaan bibit bermutu yang bebas penyakit, usaha perbanyak tanaman pisang Talas/Sunking melalui kultur jaringan telah dilakukan. Bibit hasil kultur jaringan telah mampu

diproduksi secara masal di laboratorium. Komposisi media kultur jaringan sudah dipatenkan dengan nomor pendaftaran paten: S00202200745 atas nama Widi Sunaryo pada tahun 2022 (Gambar 6). Bibit hasil kultur jaringan ini di lapangan juga terbukti mampu berproduksi lebih cepat dengan umur panen 10 bulan, 1 bulan lebih cepat dibandingkan dengan metode budidaya konvensional. Perbanyakkan beberapa jenis pisang menggunakan eksplan bunga jantan juga telah dilakukan melalui metode kultur jaringan untuk menggali potensi perbanyakkan bibit tanaman pada beberapa pisang lokal asal Kalimantan Timur dengan menggunakan alternatif bahan eksplan yang berbeda (Lusiyanto et al. 2021, Gambar 7).

Tabel 5. Produksi pisang Talas dengan input teknologi budidaya dibandingkan dengan system budidaya tradisional

No.	Karakter agronomi	Sistem Budidaya		
		Tradisional	Input Teknologi (Dosis Optimal)	Peningkatan (Kali)
1	Jumlah buah per sisir	16,00 ± 1,97	18,00 ± 2,65	1,13
2	Jumlah sisir	8,13 ± 1,88	11,41 ± 1,88	1,40
3	Panjang buah (cm)	17,00 ± 0,44	21,00 ± 0,44	1,24
4	Lingkar buah (cm)	11,07 ± 0,21	14,23 ± 0,48	1,29
5	Berat tandan (kg)	11,93 ± 3,34	28,81 ± 6,67	2,41
6	Berat sisir (kg)	1,47 ± 0,05	1,96 ± 0,16	1,34
7	Berat buah (g)	79,03 ± 13,6	101,03 ± 13,56	1,28
8	Berat daging buah (g)	57,26 ± 4,51	73,43 ± 6,21	1,28
9	Edible portion (%)	72,45 ± 6,72	72,27 ± 8,7	-
10	Produksi per hektar (tandan per tahun)	1500 – 2000	1500– 2000	-
11	Produksi per hektar (ton ha <sup>-1</sup> )	16 - 23	43 - 57	2,45 – 2,68
12	Masa simpan (hari)	20 - 24	20 - 24	-

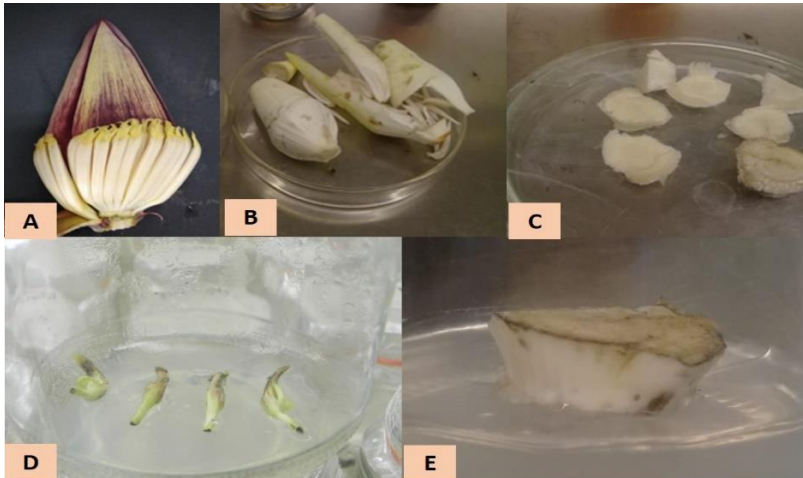


Gambar 6. Produksi masal bibit tanaman pisang Talas/Sunking menggunakan kultur jaringan (Media kultur jaringan dipatenkan).  
A. Nodul, B. Tahap multiplikasi C. Tahap perbanyakkan D. Tahap regenerasi dan pengakaran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa regenerasi secara *in vitro* berhasil dilakukan dengan baik pada kultivar pisang lokal ‘Talas/Sunking, Rutai, dan Kepok dengan menggunakan eksplan basal bunga jantan.

Penelitian dengan memanfaatkan tanaman pisang Liar/Monyet yang keberadaanya melimpah dan sampai saat ini belum dimanfaatkan telah dilakukan melalui teknologi *haploid breeding* dengan menggandakan jumlah kromosomnya untuk membentuk generasi baru tetraploid ( $4n=44$ ). Generasi tetraploid telah didapatkan dan sedang dilakukan

observasi karakter vegetatif dan reproduktifnya untuk melihat potensi pengembangannya untuk membentuk generasi triploid ( $3n=33$ ) yang tidak berbiji (*seedless*) dengan menyilangkannya dengan kultivar diploid ( $2n=22$ ) baik pada species *Musa Acuminata* ataupun *Musa balbisinia*.



Gambar 7. Persiapan eksplan dari bunga jantan pisang: A. Tunas jantan utuh yang berisi rangkaian bunga jantan. B. Bunga jantan diambil dan dipisahkan dari jantungnya C. Irisan basal bunga. D. Eksplan bunga jantan. E. Eksplan basal bunga.

## D. Prospek Masa Depan

Berkembangnya ilmu bioteknologi berhasil menciptakan berbagai tanaman unggul baru untuk memenuhi kebutuhan manusia dan mengatasi berbagai hambatan dalam sistem produksi pertanian seperti adanya cekaman baik yang disebabkan oleh faktor biotik maupun abiotik. Bioteknologi mampu memberikan solusi dalam konservasi dan identifikasi kekayaan plasma nutfah dengan berkembangnya berbagai marka molekuler seperti *DNA Barcoding*, *ISSR*, *SNP* dll. Marka *DNA Marker Assisted Selection (MAS)* mampu mempercepat proses seleksi pada

program pemuliaan tanaman, serta digunakan sebagai alternatif *tools* dalam mengatasi pencurian dan pemalsuan produk pertanian maupun kehutanan melalui pengembangan marka spesifik terkait dengan karakter dan spesies tertentu. Penelitian pada bidang ini masih terbuka lebar terutama untuk Kalimantan Timur yang kaya akan keragaman tanaman terutama buah-buahan lokal. Kekayaan keragaman hayati adalah kunci utama ketersediaan sumber gen yang berkaitan dengan sifat-sifat yang baik/unggul yang dapat digunakan untuk perakitan dan perbaikan tanaman.

Indonesia sebagai negara dengan biodiversitas yang sangat tinggi mempunyai potensi yang sangat baik untuk menggali keberadaan sumber-sumber gen yang bermanfaat. Keragaman hayati dan genetik yang dimiliki Indonesia adalah keunggulan komparatif yang tidak pernah dimiliki oleh negara lain. Oleh karena itu, eksplorasi sumber-sumber gen ini serta program konservasi keragaman plasmanutfah harus digalakkan agar dapat dimanfaatkan untuk pertanian di masa mendatang dimana pertanian akan menghadapi tantangan dan cekaman yang lebih berat dan beragam terutama dari lingkungan yang berubah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Biotol Team. 1996. Biotechnological innovations in crop improvement. Butterworth Heinemann Ltd, Oxford.
- Directorate General of Horticulture, Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia. 2017. Data of Indonesia Fruit Production. <http://hortikultura2.pertanian.go.id/produksi/buahan.php?page=1>. [Indonesian].
- Espino RRC, Jamaludin SH, Silayoi B, Nasution RE. 1992. *Musa* L (Edible banana). In: Varheij EWM, Coronel RE (eds). Asia Edible Fruits and Nuts.

- Plant Resources of South-East(Prosea)No. 2, Bogor, Indonesia.
- Glick BR, Paternak JJ. 1994. Molecular biotechnology: Principles and applications of recombinant DNA. ASM press, Washington D.C.
- Heslop-Harrison JS, Schwarzacher T. 2007. Domestication, genomics and the future for banana. *Annals of Botany* 100: 1073-1084.
- Horry JP, Ortiz R, Arnaud E, Crouch JH, Ferris RSB, Jones DR, Mateo N, Picq C, Vuylsteke. 1997. Banana and plantain. *In: Fuccillo D, Sears L, Stapleton P (eds). Biodiversity in Trust: Conservation and Use of Plane Genetic Resources in CGIAR Centres.* Cambridge University, London.
- INIBAP 2006. Global conservation strategy for *Musa* (Banana and Plantain). A consultative document prepared by INIBAP with the collaboration of numerous partners in the *Musa* research-and-development community. Montpellier, France.
- Lescot T. 2011. The genetic diversity of banana in figures. *Fruir Trop* 189: 58–62.
- Lim TK, Luders L. 1998. Durian flowering, pollination and incompatibility studies. *Ann Appl Biol* 132(1):151-165.
- Lusiyanto, Nurhasanah, Sunaryo W. 2019. In vitro regeneration of banana genotypes possessing distinct genomes by using males flower explants. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 53 (2): 1-13.
- Morton JF. 1987. Fruits of warm climates. Julia F Morton, Miami.
- Osman MB, Mohamed ZA, Idris S, Aman R. 1995. Tropical fruit production and genetic resources in Southeast Asia: Identifying the priority fruit species. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).
- Pillay M, Tenkouano A, Hartmant J. 2002. Bananas and plantains: Future Challenges in *Musa*

- breeding. In: Crop Improvement, Challenges in The Twenty-First Century. Food Products Press, New York.
- Ruwaida I, Uji T. 2005. Keanekaragaman Jenis dan Sumber Plasma Nutfah Durio (*Durio* spp.) di Indonesia. Buletin Plasma Nutfah 11 (1): 28-33.
- Ruwaida IP, Supriyadi and Parjanto. 2009. Variability analysis of Sukun durian plant (*Durio zibethinus*) based on RAPD marker. Bioscience. 1 (2): 84-91.
- Simmonds NW, Shepherd K. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. J Linn Soc London (bot) 5: 302-312.
- Sunaryo W, Hendra M, Rudarmono et al. 2015a. Exploration and identification of Lai Durian, new highly potential cultivar derived from natural crossing between *Durio zibethinus* and *Durio kutejensis* in East Kalimantan. Asian J Microbiol Biotech Env Sci 17 (2): 1-7.
- Sunaryo W. 2015b. Review: Aplikasi DNA barcoding untuk analisis keragaman genetik lai-durian (*Durio zibethinus* x *kutejensis*) asal Kalimantan Timur. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON 1(6): 1273-1277.
- Sunaryo W, Nurhasanah, Rahman, Sugiarto A. 2017. Identification and characterization of Talas banana, a superior local cultivar from East Kalimantan (Indonesia), based on morphological and agronomical characters. Biodiversitas 18(4): 1414-1423.
- Sunaryo W, Pranoto H, Nurhasanah, Rahman. 2019a. Interspecific grafting to solve the rootstock shortage in vegetative propagation of Lai-durian (*Durio zibethinus* x *kutejensis*) originated from East Kalimantan. AJCS 13(04):642-648.
- Sunaryo W, Mulyadi A, Nurhasanah. 2019b. Genome group classification and diversity analysis of Talas and Rutai banana, two local cultivars from East Kalimantan, based on morphological characters. Biodiversitas 20(8): 2355-2367.

- Sunaryo W, Idris SD, Pratama AN, Ratanasut K, Nurhasanah. 2020. Genetic relationships among cultivated and wild bananas from East Kalimantan, Indonesia based on ISSR markers. *Biodiversitas* 21 (2): 824-832.
- Uji T. 2005. Keanekaragaman Jenis dan Sumber Plasma Nutfah *Durio* (*Durio* spp.) di Indonesia (in Bahasa). *Buletin Plasma Nutfah* 11(1): 28-33
- Valmayor RV, Jamaluddin SH, Silayori B, Kusomo S, Danh LD, Pascua OC, Espino RRC. 2000. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. INIBAP, Asia and the Pacific Office.
- Wall MM. 2006. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* spp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *J. Food Comp. Anal.* 19: 434–445.
- Wong C, Kiew R, Argent G, Set O, Lee SK, Gan YY. 2002. Assessment of the validity of the sections in *Musa* (*Musaceae*) using AFLP. *Ann Bot* 90:231-238.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian, penulisan artikel dan hak atas kekayaan intelektual diantaranya:

1. Direktorat Jendral Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat melalui hibah penelitian untuk pengembangan Lai-durian dan Pisang diantaranya: Hibah Insinas (2014-2017), Hibah Stranas (2016-2018), Hibah Penelitian Dasar (2020-2021), Hibah Penelitian Terapan (2020-2021), dan Hibah Penelitian Thesis magister (2022,2023).
2. Para dosen yang terlibat terlibat dalam penelitian maupun penulisan artikel: Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, Dr. Hadi Pranoto, Dr. Syakhril, Dr. Rudarmono, Dr. Medi Hendra, Dr. Sadaruddin, dan Dr. Hadi Suprpto, dan Bapak Rahman, SP., MP.
3. Para mahasiswa yang terlibat dalam penelitian maupun penulisan artikel: Ananda Nuryadi Pratama, Ph.D., Lusiyanto, SP., MP., Aries Sugiato, SP., Ahmad Mulyadi, SP., Wahida, SP., Syarful, SP., Puput Wijayanti, SP., Riza Widiati, SP., dan Yeni Almarida, SP.
4. Secara khusus kami mengucapkan terima kasih kepada dan Bpk. Rahman, SP., MP. dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih, Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura, Pemerintah Propinsi Kalimantan Timur atas bantuan plasma nutfah, program dan pendanaan penelitian dan kegiatan khususnya dalam pengembangan tanaman Lai-durian dan Pisang Talas/Sunking.

Semoga kontribusi yang diberikan akan bermanfaat bagi pembangunan pertanian khususnya pengembangan buah lokal durian dan pisang.

## CURRICULUM VITAE

### BIODATA

Nama lengkap : **Widi Sunaryo**  
Tempat Tanggal lahir : Blitar, 2 April 1973  
NIP : 19730402 199903 1 002  
NIDN : 0002047306  
Fakultas/Prodi : Fakultas Pertanian, Program Studi  
Agoekoteknologi, UNMUL  
Kelompok/Bidang : Pertanian/Bioteknologi Tanaman  
Keahlian  
Alamat Kantor : Kampus Gn. Kelua, Jl. Pasir  
Balengkong, No. 1, Samarinda,  
Kalimantan Timur

### RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Jenjang Pendidikan	Perguruan Tinggi	Tahun Lulus	Gelar	Bidang
1.	Sarjana	Universitas Mulawarman	1997	S.P.	Agronomi
2.	Magister	Institut Pertanian Bogor	2002	M.Si.	Bioteknologi
3.	Doktor	Georg-August Universitaet Goettingen	2010	Ph.D.	Plant Biotechnology

### RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

No	Nama Jabatan	TMT
1.	Asisten Ahli	1 Maret 2002
2.	Lektor	1 Oktober 2007
3.	Guru besat	1 Maret 2022

### RIWAYAT JABATAN PIMPINAN DI UNMUL

No	Nama Jabatan	Tahun
1.	Kepala Divisi Promosi dan Pelayanan Internasional, UPT. Program Unggulan Internasional, UNMUL	2012-2016
2.	Kepala UPT. Layanan Internasional, UNMUL	2017-2022
3.	Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UNMUL	2023- Sekarang

## PRESTASI DAN PENGHARGAAN

No.	Nama prestasi dan penghargaan	Tahun
1.	Mahasiswa berprestasi UNMUL	1996
2.	Wisudawan terbaik tingkat UNMUL dengan predikat <i>Cumlaude</i> ,	1997
3.	Mahasiswa dengan prestasi cemerlang IPK 4,00, Pascasarjana IPB	1998-2000
4.	Predikat <i>Magna Cum Laude</i> , Pada Program Doktor, Georg-August Universitaet Goettingen, Jerman	2010
5.	Peneliti terbaik UNMUL	2016
6.	Dosen berprestasi I UNMUL	2018
7.	Dosen berprestasi I tingkat Propinsi KALTIM	2018

## RIWAYAT PENELITIAN

No	Tahun	Judul penelitian	Sumber Dana/Hibah
1	2023	Potensi Reproduksi dan Hibridisasi Tanaman Pisang Liar/Monyet Tetraploid Hasil Penggandaan Kromosom Untuk Produksi Galur Baru Pisang Unggul Berbasis Sumber Daya Genetik Lokal.	Penelitian Fundamental (Ketua Peneliti)
2	2023	Karakterisasi dan Seleksi Tanaman Padi Lokal Toleran Cekaman Salinitas Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Lahan Terbuka Mangrove dan Daerah Pesisir Kalimantan Timur.	Penelitian Tesis Magister (Ketua Peneliti)
3	2022	Poliploidisasi tanaman pisang Liar/Monyet yang bergenom AA menggunakan Kolkisin untuk pemuliaan tanaman pisang dalam rangka mendapatkan varietas unggul baru.	Penelitian Tesis Magister (Ketua Peneliti)
4	2021	Pembuktian Tanaman Lai-Durian (Durio zibethinus x kutejensis) sebagai Spesies Allopoliploidi Hasil Persilangan Antara Tanaman Durian ((Durio zibethinus) dan Lai (Durio	Penelitian dasar (Ketua Peneliti)

No	Tahun	Judul penelitian	Sumber Dana/Hibah
		kutejensis) Dengan analisis sitogenetik dan molekuler.	
5	2021	Produksi Masal Bibit Pisang Sunking Melalui Kultur Jaringan Sebagai Sumber Pangan Sehat, Kaya Serat, Mineral dan Beta Karoten Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi.	PTUPT, Kemenristek Dikti. (Ketua Peneliti)
6	2021	Karakterisasi dan seleksi populasi F2 hasil persilangan antara padi ladang lokal Kaltim "Serai Gunung" dan padi unggul nasional "Mekongga" secara morfologi dan molekular untuk perakitan varietas unggul hasil tinggi dan umur genjah.	Penelitian Dasar (Anggota Peneliti)
7	2020	Organogenesis dan regenerasi beberapa pisang lokal asal Kalimantan Timur (Musa paradisiaca linn.) dengan genom AA, AAA, AAB, ABB, dan BB menggunakan eksplan bunga jantan.	Penelitian Thesis magister (PTM) (Ketua Peneliti)
8	2020	Inisiasi regenerasi dan multiplikasi tanaman doyo ( <i>Curculigo latifolia</i> Dryand.) untuk mendukung pelestarian tenun ulap doyo	Penelitian Thesis magister (PTM) (Anggota Peneliti).
9	2018-2019	Induksi variasi somaklonal dan mutasi terarah padi unggul local asal Kalimantan Timur untuk sifat ketahanan terhadap Fe, Al dan Ph Rendah.	Hibah IsDB (Anggota Peneliti)
10	2016-2018	Pengembangan varietas lokal Pisang Talas asal Kalimantan Timur sebagai varietas unggul nasional dan produk unggulan eksport.	Penelitian PSNI Kemenristek Dikti (Ketua Peneliti)
11	2016-2018	Pemetaan Potensi Genetik Kultivar-Kultivar Padi Lokal Asal Kalimantan Timur untuk Sifat Kualitas Hasil dan Ketahanan	PTUPT Kemenristek-DIKTI

No	Tahun	Judul penelitian	Sumber Dana/Hibah
12	2016-2017	Terhadap Cekaman Lingkungan Biotik dan Abiotik. Pengembangan Beberapa Genotipe Terpilih dan Varietas Unggul Tanaman Lai Durian ( <i>Durio zibethinus</i> x <i>kutejensis</i> ) Asal Kalimantan Timur/Utara sebagai Produk Unggulan Daerah Dengan Peningkatan Produktifitas dan Kualitas Buah.	(Anggota Peneliti) Insentif SINAS, Kemenristek Dikti (Ketua Peneliti)
13	2014-2015	Aplikasi DNA Barcoding Untuk Inventarisasi, Identifikasi dan Karakterisasi Tanaman Buah Lokal Lai Durian ( <i>Durio zibethinus</i> x <i>kutejensis</i> ) asal Kalimantan Timur Dalam Rangka Pengembangan dan Pelepasan Varietas Unggul Nasional.	Insentif SINAS, Kemenristek Dikti (Ketua Peneliti)
14	2013-2014	Studi toleransi tanaman terhadap cekaman defisiensi dan keracunan boron: Kajian secara fisiologis dan molekuler, Samarinda, Indonesia.	Hibah Fundamental, DP2M, DIKTI, Kemendiknas (Ketua Peneliti)
15	2012	Pemanfaatan lahan pasca tambang dengan bokhasi pupuk kandang ayam untuk pengembangan berbagai varietas ubi kayu stek pendek penghasil bahan bakar nabati 30ioethanol di Kalimantan Timur, Samarinda, Indonesia.	Insentif SINAS Ristek, Kemenristek (Anggota Peneliti)

## RIWAYAT PUBLIKASI ILMIAH

1. Daru TP, **Sunaryo W**, Pagoray H, Suhardi, Mayulu H, Ibrahim, Safitri A. **2023**. Diversity, nutrient contents and production of forage plants in an integrated cattle livestock-oil palm plantation in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 24 (4): 1980-1988
2. Muktirianur, Supriyanto B, **Sunaryo W**, Nurhasanah. **2022**. Somatic Embryos Induction of East Kalimantan

- Local Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars and In Vitro Selection Against Salinity. *Agrivita* 44(2): 207:215.
3. Efendi A, **Sunaryo W**, Nurhasanah. **2022**. Shoot Multiplication of Doyo plant (*Curculigo latifolia* Dryand.) Using Different Combinations of BAP and IBA in In-Vitro Propagation. *Agrosaintek* 6(1): 1-11.
  4. Lumowa SVT, **Sunaryo W**, Reflinur R, Turista DDR, Nasution R, Anwar Y, Kurniawati ZL. **2022**. The diversity of banana cultivars in East Kalimantan based on morphological characteristics. *Edubiotik* 7(02): 189-196.
  5. Ramayana S, Bambang Supriyanto B, **Sunaryo W**, Susylowati, Adiastie S. **2022**. Benzyl Amino Purine (BAP) Growth Regulator Application and Shoot Origin Stem Lai (*Durio kutejensis*) Against Growth Durian (*Durio zibethinus* Murr) Grafting Seedlings. Proceedings of the International Conference on Tropical Agrifood, Feed and Fuel (ICTAFF). *Advances in Biological Sciences Research* 17: 1-8.
  6. **Sunaryo W**. **2021**. Protocol for screening and expression studies of T-DNA and tagging-based insertional knock mutants in *Arabidopsis thaliana*. *3 Biotech* 11 (7): 332-345.
  7. Lusiyanto, Nurhasanah, **Sunaryo W**. **2021**. In vitro regeneration of banana genotypes possessing distinct genomes by using male flower explants. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 53 (2): 322-333.
  8. **Sunaryo W**, Wahida, Nurhasanah, Darma S, Ratanasut K, Pratama AN. **2020**. Genetic relationships among cultivated and wild bananas from east Kalimantan, Indonesia based on ISSR markers. *Biodiversitas* 21 (2): 824-832.
  9. **Sunaryo W**, Mulyadi A, Nurhasanah, Rahman. **2019**. Genome group classification and diversity analysis of talas and rutai banana, two local cultivars from East Kalimantan, based on morphological characters. *Biodiversitas* 20 (8): 2355–2367.
  10. Nurhasanah, Ramita, Supriyanto B, **Sunaryo W**. **2019**. Somatic embryos response against iron stress in in-vitro culture condition of east kalimantan (Indonesia) rice. *Biodiversitas* 20 (8) 2288-2294.
  11. **Sunaryo W**, Nurhasanah, Pranoto H, Rahman. **2019**. Interspecific grafting to solve the rootstock shortage in vegetative propagation of Lai-durian (*Durio zibethinus* ×

- kutejensis) originated from East Kalimantan. Australian Journal of Crop Science 13(4): 642-648.
12. **Sunaryo W**, Darnaningsih, Nurhasanah. **2019**. Selection and regeneration of purple sweet potato calli against drought stress simulated by polyethylene glycol. F1000Research 8: 1-9.
  13. Nurhasanah, Mujiono K, Darma ES, **Sunaryo W**. **2018**. Genetic resistance of local upland rice populations from East and North Kalimantan, Indonesia against some important diseases. Australian Journal of Crop Science 12(02): 326-334.
  14. **Sunaryo W**, Sugiarto A, Nurhasanah, Rahman. **2017**. Identification dan characterization of TALAS banana, a superior local cultivar from East Kalimantan, based on morphological characters. Biodiversitas 18 (4): 1414-1423.
  15. Nurhasanah, Sadaruddin, **Sunaryo W**. **2017**. Yield-related traits characterization of local upland rice cultivars originated from East and North Kalimantan. Biodiversitas 18(3): 1165-1172.
  16. Rusdiansyah, Subiono T, **Sunaryo W**, Suryadi A, Sulastri, Samid A. **2017**. The genetic diversity and agronomical characters of local cultivars of tidal rice in East Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas 18(4): 289-1293.
  17. Nurhasanah, Sadaruddin, **Sunaryo W**. **2016**. Diversity analysis and genetic potency identification of local rice cultivars in Penajam Paser Utara and Paser Districts, East Kalimantan. Biodiversitas 17(2): 401-408.
  18. **Sunaryo W**, Widoretno W, Nurhasanah, Sudarsono. **2016**. Drought tolerance selection of soybean lines generated from somatic embryogenesis using osmotic stress simulation of poly-ethylene glycol (PEG). Nusantara Bioscience 8 (1): 45-54.
  19. **Sunaryo W**, Nurhasanah. **2016**. Responses of the Arabidopsis KNOX and Boron transport gene mutants against the deficiency and overdose of Boron nutrient. Biodiversitas 17(1): 218-221.
  20. Nurhasanah, Pratama AN, **Sunaryo W**. **2016**. Anther culture of local upland rice varieties from East Kalimantan: effect of panicle cold pre-treatment and putrescine enriched medium. Biodiversitas 17(1): 148-153.

21. **Sunaryo W**, Hendra M, Rudarmono, Suprpto H, Pratama AN, Rahman. **2015**. Exploration and Identification of LAI DURIAN, New Highly Economic Potential Cultivars Derived from Natural Crossing between *Durio zibethinus* and *Durio kutejensis* in East Kalimantan. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Science 17(2): 365-371.
22. Nurhasanah, Pratama AN, Rusdiansyah, **Sunaryo W**. **2015**. Effect of genotype and developmental stage of pollen on the success anther culture of upland rice varieties from East Kalimantan. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Science. 17(2): 329-340.
23. Liebsch D, **Sunaryo W**, Holmlund M, Norberg M, Zhang J, Hall HC, Helizon H, Jin X, Helariutta Y, Nilsson O, Polle A, Fischer U. **2014**. Class I KNOX transcription factors promote differentiation of cambial derivatives into xylem fibers in the Arabidopsis hypocotyl. Development 141: 4311-4319.

## RIWAYAT PENULISAN BUKU

No	Judul Buku	Tahun	Penerbit
1	Fusi Protoplas	2019	IPB Press
2	Biodiversitas padi lokal Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara.	2018	Mulawarman University Press

## RIWAYAT HKI

No	Judul HKI	Tahun	Jenis	Nomor /ID
1.	Komposisi media kultur jaringan tanaman pisang Sunking asal Kalimantan Timur ( <i>Musa paradisiaca</i> )	2023	Paten sederhana	IDS002022 00745
2.	Tanda Daftar Varietas tanaman/ varietas lokal Pisang Sunking	2018	Pendaftarannya Varietas Lokal	993/PVL/2 018

<b>No</b>	<b>Judul HKI</b>	<b>Tahun</b>	<b>Jenis</b>	<b>Nomor /ID</b>
3.	Formulasi permen jelly dari ekstrak beras hitam	2017	Paten Sederhana	IDS000002 529
4.	Komposisi buffer ekstraksi DNA daun tanaman Durian pada metode ekstraksi tanpa menggunakan nitrogen cair dan phenol	2017	Paten Sederhana	IDS000002 031