PERAKITAN GENOM ORGANEL BAMBU BETUNG (*Dendrocalamus asper*) BERBASIS *NEXT-GENERATION SEQUENCING*

OLIVIA OLGARINE SIRINGO RINGO

PROGRAM STUDI SILVIKULTUR TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Perakitan Genom Organel Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Berbasis *Next-Generation Sequencing*" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Olivia Olgarine Siringo Ringo
E4501251006

@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

OLIVIA OLGARINE SIRINGO RINGO. Perakitan Genom Organel Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Berbasis *Next-Generation Sequencing*. Dibimbing oleh ISKANDAR ZULKARNAEN SIREGAR dan FIFI GUS DWIYANTI.

Dendrocalamus asper merupakan salah satu bambu bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, namun penelitian berbasis genomik pada spesies ini masih sangat terbatas. Analisis bibliometrik pada penelitian ini menunjukkan bahwa penelitian bambu di Indonesia masih didominasi oleh aspek pemanfaatan dan sifat material, sedangkan penelitian genetika dan budidaya masih tertinggal dibandingkan dengan perkembangan global. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penyediaan informasi genomik sebagai dasar konservasi, identifikasi genotipe unggul, dan program pemuliaan bambu betung.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kesenjangan penelitian *D. asper* melalui pendekatan bibliometrik, merakit dan mengkarakterisasi genom kloroplas dan mitokondria, menganalisis hubungan filogenetik berdasarkan genom kloroplas lengkap, serta mengidentifikasi marka *SSR* berbasis *whole-genome assembly*. Perakitan genom dilakukan menggunakan pendekatan *hybrid sequencing* yang mengombinasikan data Oxford Nanopore Technologies (ONT) dan Illumina.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genom kloroplas kedua sampel berhasil dirakit secara lengkap dengan struktur kuadripartit identik, sedangkan genom mitokondria berhasil dirakit secara parsial dengan tingkat kelengkapan yang berbeda. Analisis filogenetik menunjukkan bahwa kedua sampel *D. asper* membentuk satu klad monofiletik, namun berkedudukan sebagai *sister group* terhadap *Gigantochloa verticillata,* sehingga hubungan filogenetik dalam kompleks *Bambusa-Gigantochloa-Dendrocalamus* (BGD *complex*) masih memerlukan konfirmasi menggunakan genom nuklir. Identifikasi *SSR* menghasilkan 48.035 lokus pada rumpun superior dan 57.788 lokus pada rumpun non-superior, dengan motif dinukleotida sebagai tipe yang paling dominan serta masing-masing menghasilkan 20 kandidat primer *SSR.*

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menyediakan data referensi genom organel dan sumber daya marka molekuler awal untuk *D. asper,* sekaligus menjawab kesenjangan penelitian genomik yang telah diidentifikasi melalui analisis bibliometrik. Informasi yang dihasilkan diharapkan menjadi dasar bagi penelitian genetika, konservasi sumber daya genetik, dan pengembangan program pemuliaan bambu betung berbasis marka molekuler di Indonesia.

Kata kunci: *Dendrocalamus asper*, filogenetik, genom organel, *hybrid sequencing, simple sequence repeats*

SUMMARY

OLIVIA OLGARINE SIRINGO RINGO. Organelle Genome Assembly of Giant Bamboo (*Dendrocalamus asper*) Using Next-Generation Sequencing. Supervised by ISKANDAR ZULKARNAEN SIREGAR and FIFI GUS DWIYANTI.

Dendrocalamus asper is one of the most economically important bamboo species in Indonesia. However, genomic studies on this species remain limited. The

bibliometric analysis conducted in this study revealed that bamboo research in Indonesia is still dominated by utilization and material-property studies, whereas research integrating genetics and cultivation lags behind global trends. This gap highlights the need for genomic resources to support conservation, elite genotype identification, and bamboo breeding programs.

This study aimed to analyze research gaps on *D. asper* through a bibliometric approach, assemble and characterize the chloroplast and mitochondrial genomes, reconstruct phylogenetic relationships based on complete chloroplast genomes, and identify simple sequence repeat (*SSR*) markers from whole-genome assembly. Organelle genome assembly was performed using a hybrid sequencing approach combining Oxford Nanopore Technologies (ONT) long-reads and Illumina short-reads.

The results showed that complete chloroplast genomes with identical quadripartite structure were successfully assembled for both samples, whereas the mitochondrial genomes were only partially assembled with different levels of completeness. Phylogenetic analysis indicated that the two *D. asper* samples formed a well-supported monophyletic clade but were recovered as a sister group to *Gigantochloa verticillata*, suggesting that phylogenetic relationships within the *Bambusa-Gigantochloa-Dendrocalamus* (BGD) complex require further confirmation using nuclear genomic data. SSR mining identified 48,035 loci in the superior clump and 57,788 loci in the non-superior clump, with dinucleotide motifs being the most abundant repeat type. In addition, twenty candidate *SSR* primer pairs were successfully designed for each sample.

Overall, this study provides the first comprehensive organelle genomic resources and initial SSR marker resources for *D. asper* in Indonesia, addressing the genomic research gap identified through the bibliometric analysis. These findings provide a valuable foundation for future studies on genetic diversity, germplasm conservation, and molecular marker-assisted breeding of *D. asper*.

Keywords: *Dendrocalamus asper*, hybrid sequencing, organelle genome, phylogenetics, simple sequence repeats

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PERAKITAN GENOM ORGANEL BAMBU BETUNG (*Dendrocalamus asper*) BERBASIS *NEXT-GENERATION SEQUENCING*

OLIVIA OLGARINE SIRINGO RINGO

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Silvikultur Tropika

PROGRAM STUDI SILVIKULTUR TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ati Dwi Nurhayati, S.Hut., M.Si

Judul Tesis : Perakitan Genom Organel Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Berbasis *Next-Generation Sequencing*
Nama : Olivia Olgarine Siringo Ringo
NIM : E4501251006

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For.Sc.

Pembimbing 2:
Fifi Gus Dwiyanti, S.Hut., M.Agr., Ph.D

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Prijanto Pamoengkas, M.Sc.F.Trop
NIP 19631206 198903 1 004

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop
NIP 19700329 199608 1 001

Tanggal Ujian:
Senin 27 Juli 2026

Tanggal Lulus: 10 AUG 2026

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan pertolongan-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Juli 2026 ini ialah Genetika Bambu, dengan judul "Perakitan Genom Organel Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Berbasis *Next-Generation Sequencing*".

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For.Sc. dan Ibu Fifi Gus Dwiyanti S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku Komisi Pembimbing yang telah membimbing, memberikan dukungan, arahan, dan saran selama proses penulisan tugas akhir.
2. Papa Drs. Erijon Mangapul Siringoringo dan Mama Rony Rice A. Saragih, S.P. sebagai donatur utama serta Mindo Joshua S.Psi, Ninda Rezeki S.P, dan Putra Pearl Siringoringo sebagai abang, kakak, dan adik yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
3. Penghuni Laboratorium Genetika Hutan dan Kehutanan Molekuler, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan: Bang Irsyad yang telah membantu dalam rangkaian penelitian ini berlangsung, Bang Dhika dan David yang telah membantu dalam pengumpulan material DNA, Teh Rahma, Teh Esti, Teh Ainun dan Teh Nawwall yang telah memberikan bantuan dan pengetahuan.
4. Teman-teman seperjuangan Departemen Silvikultur Angkatan 58, terutama kepada Natasya Khairunnisa, Cyntia Sianturi, dan Raina Fatharani Nugraha, serta teman-teman seperjuangan Program Studi Magister Silvikultur Tropika atas perhatian dan dukungannya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Olivia Olgarine Siringo Ringo

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xii
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 3
II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) 4
2.2 Bibliometrik 5
2.3 Genom Organel Kloroplas dan Mitokondria 8
2.4 *Whole Genome Sequencing* 9
2.5 Teknologi Sekuensing 10
2.6 Marka SSR/ Mikrosatelit 13
III TREN DAN KESENJANGAN RISET GENETIK DAN BUDIDAYA BAMBU DAN *Dendrocalamus asper* MELALUI ANALISIS BIBLIOMETRIK GLOBAL DAN INDONESIA 15
3.1 Abstrak 15
3.2 Pendahuluan 16
3.3 Metode 18
3.4 Hasil dan Pembahasan 21
3.5 Simpulan 32
IV PERAKITAN DAN ANOTASI PLASTOM DAN MITOGENOM *Dendrocalamus asper* MENGGUNAKAN PENDEKATAN HYBRID SEQUENCING 33
4.1 Abstrak 33
4.2 Pendahuluan 34
4.3 Metode 35
4.4 Hasil dan Pembahasan 41
4.5 Simpulan 76
V PEMBAHASAN UMUM 77
5.1 Tren dan kesenjangan riset genetik *D. asper* 77
5.2 Implikasi karakteristik genom organel superior dan non-superior *D. asper* dalam lingkup genetik dan budidaya 77
5.3 Implikasi kandidat marka SSR *D. asper* dalam studi genetik dan budidaya 79
5.4 Keterbatasan penelitian 80
VI SIMPULAN DAN SARAN 82
6.1 Simpulan 82
6.2 Saran 82
DAFTAR PUSTAKA 84
RIWAYAT HIDUP 97

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	String pencarian dan jumlah catatan untuk setiap cakupan analitis	19
2	Distribusi geografis dan pendekatan penanda molekuler dalam penelitian genetika dan budidaya *Dendrocalamus* global (107 artikel yang diinklusi)	26
3	Ringkasan temuan utama dan kontribusi terhadap identifikasi kesenjangan penelitian dari 5 artikel *D. asper* di Indonesia yang memenuhi kriteria inklusi (2016-2026)	29
4	Data rawreads dan setelah difiltrasi bambu betung R8B	42
5	Data rawreads dan setelah difiltrasi bambu betung R7S	43
6	Ringkasan kualtias data Illumina sebelum dan sesudah filtrasi R8B	44
7	Ringkasan kualitas data Illumina sebelum dan sesudah filtrasi R7S	46
8	Daftar gen dalam genom kloroplas dari *Dendrocalamus asper*	51
9	Jumlah gen hasil anotasi pada sekuens genom kloroplas *Dendrocalamus asper*	55
10	Peran kelompok gen fotosintesis pada genom kloroplas *D. asper*	58
11	Ringkasan kontig mitokondria hasil anotasi PMGA Rumpun 8 Barat	59
12	Ringkasan kontig mitokondria hasil anotasi PMGA Rumpun 7 Selatan	61
13	Perbandingan jumlah wilayah mikrosatelit pada genom bambu betung superior (R8B) dan non superior (R7S)	69
14	Karakteristik kandidat primer SSR hasil identifikasi pada R8B (superior)	70
15	Karakteristik kandidat primer *SSR* hasil identifikasi pada R7S (non superior)	71

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir pemilihan literatur analisis bibliometrik penelitian genetika dan budidaya genus *Dendrocalamus* (cakupan global, n = 137)	20
2	Tren publikasi tahunan komparatif penelitian bambu (2016-2026). Global (sumbu kiri) dan Indonesia (sumbu kanan). Sumber: Scopus	22
3	(a) Jaringan *co-occurrence* kata kunci. Penelitian bambu global (10 *occurrence*), empat kluster utama: merah (material/mekanika), hijau (ekologi/lingkungan), kuning (genetika/molekuler), dan biru (farmakologi/bioaktif); (b) Jaringan *co-occurrence* (2 *co-occurrence*), lima klaster: merah (komposisi kimia/biomassa), hijau (ekologi/taksonomi), kuning (bahan material/mekanik), biru (etnobotani/pengobatan), dan ungu (mikrobiologi)	23
4	Jaringan *co-occurrence* kata kunci (visualisasi *overlay*) penelitian genetika dan budidaya *Dendrocalamus* global (5 *occurrences*, VOSviewer). Biru (sekitar tahun 2020) menunjukkan topik yang telah banyak diteliti; merah (sekitar tahun 2023 hingga 2024) menunjukkan topik yang sedang berkembang.	27

5	Distribusi tematik 5 artikel Indonesia terkait *D. asper* yang diinklusi. Kategori utama (genetika vs budidaya) (kiri), klasifikasi pendekatan genetik (ya/sebagian/tidak) (kanan). Sumber: Scopus, analisis penulis	29
6	Diagram alur prosedur kerja	36
7	Peta pengambilan sampel daun (Ringo 2025)	37
8	Grafik sebaran panjang reads dan kualitas rata-rata data long-read ONT bambu betung superior (Rumpun 8 Barat)	42
9	Grafik sebaran panjang reads dan kualitas rata-rata data long-read ONT bambu betung superior (Rumpun 7 Selatan)	43
10	Distribusi skor kualitas dan komposisi basa sepanjang posisi/*reads* basa data *short-read* Illumina Rumpun 8 Barat (superior)	45
11	Distribusi skor kualitas dan komposisi basa sepanjang posisi/*reads* basa data *short-read* Illumina Rumpun 7 Selatan (non superior)	46
12	Graf perakitan genom kloropas bambu betung superior rumpun 8 barat (A) dan inferior rumpun 7 selatan (B)	47
13	Graf perakitan genom mitokondira bambu betung superior rumpun 8 barat (A) dan inferior rumpun 7 selatan (B)	49
14	Hasil konstruksi genom kloroplas *Dendrocalamus asper* Rumpun 8 Barat (superior)	51
15	Hasil konstruksi genom kloroplas *Dendrocalamus asper* Rumpun 7 Selatan (non-superior)	54
16	Hasil konstruksi genom mitokondria *Dendrocalamus asper* secara parsial pada kontig terpanjang Rumpun 8 Barat	59
17	Hasil konstruksi genom mitokondria *Dendrocalamus asper* secara parsial pada kontig terpanjang Rumpun 7 Selatan	61
18	Filogenetik *Dendrocalamus asper complete chloroplast genome*	66

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University