

KERAGAMAN GENETIK PADI GOGO LOKAL KALIMANTAN BERDASARKAN MARKA SSR DAN ADAPTASINYA TERHADAP CEKAMAN ALUMINIUM

GUNAWAN



**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Keragaman Genetik Padi Gogo Lokal Kalimantan Berdasarkan Marka SSR dan Adapatasinya terhadap Cekaman Aluminium” 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, Januari 2024

Gunawan
A2503202004



RINGKASAN

GUNAWAN. Keragaman Genetik Padi Gogo Lokal Kalimantan Berdasarkan Marka SSR dan Adaptasinya terhadap Cekaman Aluminium. Dibimbing oleh TRIKOESOEMANINGTYAS, NURUL HIDAYATUN.

Aluminium (Al) menjadi faktor penghambat pertumbuhan tanaman di tanah masam. Toksisitas aluminium dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Konsentrasi Al yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan akar padi, sehingga solusi diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Penggunaan varietas toleran terhadap Al menjadi strategi untuk meningkatkan produksi padi di lahan masam. Namun, ketersediaan varietas toleran masih terbatas. Peningkatan toleransi dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman dengan seleksi karakter fisiologis dan molekuler, dengan syarat tingkat keragaman dan heritabilitas yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis keragaman genetik pada padi gogo lokal Kalimantan menggunakan marka SSR (*Simple Sequence Repeat*) dan mengevaluasi adaptasinya terhadap cekaman aluminium.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2021 sampai April 2022 di Laboratorium Biologi Molekuler dan rumah kaca Cikeumeh Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BBPSI Biogen) Bogor, Jawa Barat. Materi genetik yang digunakan yaitu 93 aksesori padi gogo koleksi Bank Gen Pertanian yang terdiri atas aksesori lokal Kalimantan dan dua varietas introduksi. Percobaan keragaman genetik menggunakan metode kit ekstraksi dan percobaan adaptasi menggunakan berdasarkan rancangan split plot RKLTL dengan 4 ulangan. Skoring data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Gel Analyzer. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak PowerMarker v3.25 untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah alel, keragaman gen, kandungan informasi polimorfik (PIC), dan dendrogram filogenetik. Pengelompokan dilakukan berdasarkan metode Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic (UPGMA) berbasis jarak genetik dari Nei. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAS. Uji-F dilakukan untuk mengetahui pengaruh nyata antar aksesori.

Hasil analisis keragaman genetik menunjukkan bahwa semua penanda menghasilkan pita polimorfik, dengan total 75 alel dan rata-rata 6,8 alel per penanda. Keragaman gen dalam populasi mencapai 72%, dan Polymorphic Information Content (PIC) berkisar antara 0,31 hingga 0,83, dengan rata-rata 0,68. Tujuh penanda SSR menunjukkan nilai $PIC > 0,7$, menandakan keinformatifan tinggi dan potensi penggunaan sebagai Marker Assisted Selection (MAS) dalam pengembangan varietas padi gogo. Analisis kluster menunjukkan keragaman genetik yang tinggi di antara 93 aksesori padi gogo lokal Kalimantan dengan empat kluster utama dan koefisien kemiripan sebesar 35%. Pola kluster mencerminkan variasi genetik yang berbeda di antara populasi padi gogo Kalimantan, sementara pengelompokan tidak terkait dengan adaptasi terhadap cekaman aluminium.

Hasil analisis adaptasi menunjukkan cekaman Al signifikan mempengaruhi pertumbuhan akar, sementara panjang tajuk dan bobot basah tajuk tidak terpengaruh secara signifikan. Interaksi antara Al dan aksesori juga memengaruhi sebagian besar parameter akar dan tajuk. Cekaman Al 45 ppm secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan akar pada sebagian besar aksesori. Analisis heritabilitas dan koefisien keragaman genetik memberikan wawasan tentang potensi untuk

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



perbaikan melalui seleksi genetik. Sifat-sifat panjang akar, panjang tajuk, dan bobot basah tajuk menunjukkan tingkat heritabilitas dan koefisien genetik yang sedang.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting untuk pemahaman keragaman genetik dan respons padi gogo lokal Kalimantan terhadap cekaman Al serta membuka peluang untuk pengembangan varietas yang lebih toleran terhadap cekaman aluminium.

Kata kunci: Adaptasi, cekaman aluminium, keragaman genetik, marka molekuler, padi gogo lokal (*Oriza sativa* L.)

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.

SUMMARY

GUNAWAN. Genetic diversity of kalimantan local rice from kalimantan based on SSR markers and its adaptation to aluminium stress. Supervised by TRIKOESOEMANINGTYAS, and NURUL HIDAYATUN.

Aluminum (Al) is an inhibiting factor for plant growth in acid soils. Aluminum toxicity can affect plant growth and yield. High Al concentrations can inhibit rice root growth, so solutions are needed to overcome this problem. The use of Al-tolerant varieties is a strategy to increase rice production in acidic soils. However, the availability of tolerant varieties is still limited. Increasing tolerance can be done through plant breeding with physiological and molecular character selection, provided that diversity and heritability are high. This study aimed to analyze the genetic diversity in Kalimantan local upland rice using SSR (Simple Sequence Repeat) markers and evaluate its adaptation to aluminum stress.

This research was conducted from September 2021 to April 2022 at the Molecular Biology Laboratory and Cikeumeh greenhouse of the Center for Standardized Testing of Biotechnology Instruments and Agricultural Genetic Resources (BBPSI Biogen) in Bogor, West Java. The genetic material used was 93 upland rice accessions from the Agricultural Gene Bank collection consisting of local Kalimantan accessions and two introduced varieties. The genetic diversity experiment used the extraction kit method, and the adaptation experiment was based on the RKLTL split plot design with four replications. Data scoring was done using Gel Analyzer software. Data were analyzed using PowerMarker v3.25 software to obtain information on the number of alleles, gene diversity, polymorphic information content (PIC), and phylogenetic dendrogram. Clustering was done based on the Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic (UPGMA) method based on Nei's genetic distance. Data analysis was conducted using SAS software. An F-test was conducted to determine the real effect between accessions.

The results of genetic diversity analysis showed that all markers produced polymorphic bands, with a total of 75 alleles and an average of 6.8 alleles per marker. Gene diversity within the population reached 72%, and Polymorphic Information Content (PIC) ranged from 0.31 to 0.83, with an average of 0.68. Seven SSR markers showed PIC values > 0.7, indicating high informativeness and potential use as marker-assisted selection (MAS) in upland rice variety development. Cluster analysis showed high genetic diversity among 93 local upland rice accessions in Kalimantan, with four main clusters and a similarity coefficient of 35%. The clustering pattern reflected different genetic variations among Kalimantan upland rice populations, while the clustering was unrelated to aluminum stress adaptation.

The results of adaptation analysis showed that Al stress significantly affected root growth, while crown length and crown wet weight were not significantly affected. The interaction between Al and accessions also affected most of the root and crown parameters. Al stress of 45 ppm significantly affected root growth in most accessions. Heritability and genetic diversity coefficient analysis provided insights into the potential for improvement through genetic selection. The traits root length, crown length and crown wet weight showed moderate levels of heritability and genetic coefficients.



Thus, this study makes an essential contribution to understanding the genetic diversity and response of Kalimantan local upland rice to Al stress and opens up opportunities for developing varieties that are more tolerant to aluminum stress.

Keywords: Adaptation, aluminum stress, genetic diversity, molecular markers, local upland rice (*Oriza sativa* L.)

© 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.



- 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, tahun 2024
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.



- 

KERAGAMAN GENETIK PADI GOGO LOKAL KALIMANTAN BERDASARKAN MARKA SSR DAN ADAPTASINYA TERHADAP CEKAMAN ALUMINIUM

GUNAWAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

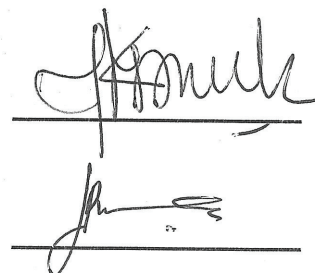
1. Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.



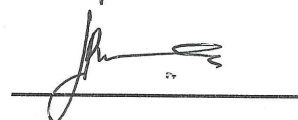
Judul Tesis : Keragaman Genetik Padi Gogo Lokal Kalimantan Berdasarkan
Marka SSR dan Adaptasinya terhadap Cekaman Aluminium
Nama : Gunawan
NIM : A2503202004

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.



Pembimbing 2:
Nurul Hidayatun, S.Si., M.Si., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.
NIP 19700404199702001



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP 196902121992031003



Tanggal Ujian: 24 Januari 2024

Tanggal Lulus:

30 JAN 2024



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2021 sampai bulan April 2022 ini dengan judul “Keragaman Genetik Padi Gogo Lokal Kalimantan Berdasarkan Marka SSR dan Adaptasinya Terhadap Cekaman Aluminium”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc dan Nurul Hidayatun, S.Si., M.Si., Ph.D, yang telah membimbing dan banyak memberi saran dan masukan baik selama penelitian berlangsung maupun selama proses penyusunan tesis ini. Penulis menyampaikan terimakasih kepada Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si., sebagai Ketua Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Bioteknologi Tanaman, serta Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si. dan Dr. Arya Widura Ritonga, S.P., M.Si. sebagai penguji luar komisi atas saran dan masukan yang diberikan. penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Dr. Andari Risliawati yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil selama kegiatan penelitian berlangsung.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen) yang kemudian bertransformasi menjadi Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BBPSI Biogen) yang telah membiayai kegiatan ini dari dana DIPA program Litbang TA.2021 dengan No. kode DIPA: SP DIPA-018.09.2.237221/2021. Disamping itu, terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan di rumah kaca dan Laboratorium Genom dan kepada segenap pihak yang telah membantu dan memfasilitasi penelitian ini.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu, kakak, abang, adik serta seluruh teman sahabat yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya serta senantiasa mengajarkan keikhlasan dan keyakinan untuk terus bermimpi dalam mengejar cita-cita.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat pada umumnya dan mampu memperkaya informasi di bidang pemuliaan dan bioteknologi tanaman.

Bogor, Januari 2024

Gunawan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Keragaman Genetik Padi Gogo	4
2.2 Mekanisme Keracunan Aluminium pada Tanaman	5
2.3 Toleransi Cekaman Aluminium Pada Tanaman	5
2.4 Penanda SSR (<i>Simple Sequence Repeat</i>)	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Keragaman genetik padi gogo lokal Kalimantan berdasarkan marka SSR	14
4.2 Adaptifitas padi gogo terhadap cekaman aluminium	16
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	31



DAFTAR TABEL

3.1	Daftar materi genetik yang digunakan dalam penelitian	8
3.2	Marka SSR yang digunakan dalam penelitian (Sutoro <i>et al.</i> 2015)	9
3.3	Daftar materi genetik yang digunakan dalam penelitian	13
4.1	Jumlah alel, frekuensi alel utama, diversitas gen, dan tingkat polimorfisme yang dihasilkan pada 93 aksesori padi gogo lokal Kalimantan	14
4.2	Pengelompokan klaster padi gogo berdasarkan 11 marka SSR	15
4.3	Analisis ragam pengaruh Al, varietas dan interaksi Al varietas terhadap pertumbuhan padi gogo lokal Kalimantan pada larutan hara Yoshida	16
4.4	Pengelompokan tingkat adaptasi padi gogo lokal Kalimantan	18
4.5	Nilai harapan heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) pada enam parameter padi gogo	20
4.6	Nilai koefisien keragaman genetik (KKG) karakter 93 aksesori padi gogo	21

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alir penelitian	3
4.1	Dendrogram filogenetik 93 aksesori padi gogo berdasarkan metode UMPGA/NJ Tree	15
4.2	Diagram Venn karakter adaptif Al 45 ppm	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Komposisi unsur hara makro dan mikro dalam larutan hara Yoshida	26
2	Nilai karakter panjang akar dan panjang tajuk relatif	26
3	Nilai karakter bobot basah akar dan tajuk relatif	28
4	Nilai karakter bobot kering akar dan tajuk relatif	29