

**EKSPLORASI DAN MUTASI INDUKSI DALAM UPAYA  
PERBAIKAN GENETIK PADI GOGO BERAS MERAH  
LOKAL SUMATERA UTARA**

**DISERTASI**



**Program Studi S3 Ilmu Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas  
Padang  
2020**

**EKSPLORASI DAN MUTASI INDUKSI DALAM UPAYA  
PERBAIKAN GENETIK PADI GOGO BERAS MERAH  
LOKAL SUMATERA UTARA**



Disertasi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Doktor pada Program Studi S3 Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas

**Program Studi S3 Ilmu Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas  
Padang  
2020**

## ABSTRAK

### **EKSPLORASI DAN MUTASI INDUKSI DALAM UPAYA PERBAIKAN GENETIK PADI GOGO BERAS MERAH LOKAL SUMATERA UTARA**

(Rahmad Setia Budi, Irfan Suliansyah, Yusniwati, Sobrizal)

Indonesia merupakan negara tropis dengan *megabiodiversiti* terbesar kedua, memiliki kekayaan plasma nutfah atau sumber daya genetik (SDG) yang sangat besar. Plasma nutfah adalah sumberdaya alam yang sangat penting dan merupakan modal dasar dalam mengembangkan industri pertanian. Tingginya tingkat keanekaragaman hayati (biodiversiti) SDG ini karena Indonesia memiliki bentang alam yang luas dengan penyebaran dan kondisi wilayah geografis yang bervariasi. Tantangan global pada masa mendatang akan selalu berkaitan dengan perubahan iklim yang akan berpengaruh langsung kepada penyediaan pangan dan energi bagi penduduk yang semakin meningkat. Upaya untuk memenuhi kebutuhan beras penduduk mendapat tantangan berat mengingat varietas unggul (VU) padi yang tersedia hanya sedikit yang mampu beradaptasi dengan baik. Produktivitas padi sawah di Provinsi Sumatera Utara masih di bawah produksi rata-rata nasional sebesar 4,7 ton/ha, sementara padi gogo sebesar 2 ton/ha. Oleh karena itu diperlukan suatu terobosan dalam penghasilan VU untuk peningkatan produksi dalam mendukung ketahanan pangan dan pertanian berkelanjutan.

Padi lokal masih banyak ditemukan dan merupakan aset SDG dalam penyediaan VU yang adaptif, sehingga pengembangannya masih terus diupayakan. Padi gogo beras merah lokal di Sumatera Utara banyak ditanam masyarakat, karena memiliki keunggulan, baik sebagai makanan pokok dengan rasa nasi dan aroma sesuai selera masyarakat setempat, maupun fungsi kesehatan bagi tubuh. Genotipe lokal biasanya beradaptasi dengan baik pada daerah asalnya dan tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Namun demikian padi lokal memiliki kekurangan, seperti umur dalam, batang tinggi sehingga mudah rebah, tidak responsif terhadap pemupukan, dan produksi rendah. Oleh karena itu, para pemulia harus lebih giat dalam merakit atau memperbaiki varietas sesuai dengan agroekosistem pengembangan, karena setiap VU menuntut sejumlah persyaratan untuk dapat menampilkan keunggulan secara maksimum.

Eksplorasi dan konservasi merupakan suatu kegiatan awal dari pemuliaan dalam menghasilkan VU yang bersifat spesifik lokasi. Agar SDG dapat lebih diberdayakan maka perlu dilakukan cara konservasi

yang lebih dinamis, seperti pelestarian *in situ* lekat lahan (*onfarm conservation*) dan *ex situ conservation*, serta dilakukan perbaikan genetik melalui pemuliaan mutasi (mutasi induksi).

Penelitian terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap eksplorasi dan tahap perbaikan genetik. Penelitian pertama adalah eksplorasi dan karakterisasi, dilaksanakan di beberapa Kabupaten di Sumatera Utara mulai bulan Agustus 2015 hingga akhir tahun 2017, melalui studi literatur, wawancara dan kunjungan langsung ke ladang petani di kabupaten yang merupakan daerah penghasil padi dan mempunyai potensi keberadaan padi gogo lokal. Genotipe yang dikumpulkan, selanjutnya diidentifikasi dan dikoleksi. Informasi yang diperoleh adalah kondisi lingkungan, sistem usahatani, karakter petani, dan kondisi pertanaman. Karakter agronomi, morfologi, dan produksi diamati, yaitu karakter awal, meliputi: tinggi tanaman, umur panen, produksi per hektar, bobot 1000 butir, gabah dan biji serta dilakukan analisis DNA secara molekuler dengan *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD). Hasil yang diperoleh yaitu pertama, hasil eksplorasi di 11 kabupaten dengan topografi sedang hingga tinggi, telah dikumpulkan sebanyak 22 genotipe padi gogo lokal yang memiliki karakter agronomis dan morfologi yang bervariasi; kedua, teknik budidaya yang dilakukan petani sangat sederhana, baik pada pola monokultur, maupun pada pola tumpang sari. Sistem usahatani yang dilakukan masih tergolong sederhana dan dengan penanaman ladang berpindah. Penanaman dilakukan antara Agustus-September; ketiga, karakterisasi 19 padi gogo beras merah berdasarkan 79,79% kemiripan gabah/beras padi diperoleh 3 kelompok genotipe padi gogo beras merah lokal; keempat, karakterisasi 19 padi gogo beras merah berdasarkan tingkat kemiripan 80% secara molekuler diperoleh 11 kelompok genotipe padi gogo beras merah lokal Sumatera Utara. Berdasarkan preferensi masyarakat, daya adaptasi, dan sebaran lokasi penanaman, baik dari literatur maupun hasil kunjungan lapangan padi Sigambiri Merah terpilih untuk diperbaiki melalui mutasi induksi. Penelitian kedua adalah perbaikan genetik, dilaksanakan sejak April 2016 sampai Agustus 2018 bertujuan untuk memperbaiki genetik padi beras merah lokal Sumatera Utara khususnya terkait umur tanaman agar lebih genjah dan postur pendek/semi pendek melalui mutasi induksi. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari irradiasi, orientasi dosis efektif, penanaman M1, M2, dan M3 serta analisis DNA. Untuk mendapatkan dosis optimum, benih padi diiradiasi dengan sinar gamma Co 60 dengan dosis 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, dan 1000 Gy di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional

(PAIR-BATAN), Jakarta. Penanaman M1 dan M2 dilaksanakan di BPTP Sumatera Utara: (1) Pada tahap M1, dosis iradiasi yang efektif dalam menghasilkan keragaman genetik yang tinggi serta kerusakan fisik yang rendah adalah dosis 200 Gy, seperti pada persentase perkecambahan, reduksi pertumbuhan tinggi, panjang akar, dan persentase kehampaan (sterilitas) benih permalai, serta telah menghasilkan keragaman genetik (seperti frekuensi mutasi klorofil 0,15% dan frekuensi mutan genjah 1.09%). Dosis tersebut dipandang telah menghasilkan keragaman genetik yang cukup baik, sehingga mendukung program seleksi pada tahap selanjutnya; (2) Pada tahap M2 telah terbentuk keragaman genetik yang tinggi, khususnya pada karakter umur tanaman berbunga dan karakter tinggi tanaman, sedangkan pada jumlah anakan produktif, dan panjang malai memiliki keragaman genetik yang rendah. Hasil seleksi pada tahap M2 telah diperoleh sebanyak 86 kandidat mutan; (3) Pada tahap M3 dari 20 mutan yang ditanam, ternyata hanya 11 mutan yang memiliki kestabilan karakter, sedangkan 9 kandidat mutan lainnya ternyata bukan mutan; (4) Berdasarkan analisis DNA, dari 11 kandidat galur mutan pada M3 berdasarkan tingkat kemiripan 90% diperoleh 6 kelompok. Karakter umur genjah dan karakter *semi dwarf*, pada galur-galur mutan yang terseleksi dikendalikan oleh satu gen resesif. Kultivar Sigambiri merah dipilih (berdasarkan potensi dan lokasi penanaman paling luas yang menyebar di beberapa kabupaten) untuk diperbaiki dengan teknik pemuliaan mutasi (mutasi induksi). Pada tahap M2 telah terbentuk keragaman genetik yang tinggi khususnya pada karakter umur tanaman berbunga serta karakter tinggi tanaman. Sebaliknya, pada karakter jumlah anakan produktif dan panjang malai memiliki keragaman genetik yang rendah. Karakter umur genjah pada galur-galur mutan yang terseleksi dikendalikan oleh satu gen resesif. Begitu pula pada karakter *semi dwarf*, dikendalikan juga oleh satu gen resesif.

*Kata kunci: Biodiversiti, beras merah, karakterisasi, mutasi induksi, ketahanan pangan.*

## ABSTRACT

### EXPLORATION AND INDUCTION MUTATION IN THE EFFECT OF IMPROVING THE GENETIC OF NORTH SUMATRA LOCAL UPLAND RED RICE

(Rahmad Setia Budi, Irfan Suliansyah, Yusniwati, Sobrizal)

Indonesia is a tropical country with the second largest *mega biodiversity*, has a wealth of germplasm or genetic resources (GR) is very large. Germplasm is a very important natural resource and is a basic capital in developing the agricultural industry. The high level of biodiversity of this GR is because Indonesia has a vast landscape with varying geographical distribution and conditions. Global challenges in the future will always be related to climate change which will directly affect the supply of food and energy for an increasing population. Efforts to meet the rice needs of the population are faced with severe challenges given that only a few superior varieties (HV) of rice are available that can adapt well. Paddy productivity in North Sumatra Province is still below the national average production of 4.7 tons/ha, while upland rice is 2 tons/ha. Therefore a breakthrough in HV income is needed to increase production in support of food security and sustainable agriculture.

Local rice is still widely found and is a GR asset in the supply of adaptive HV, so that development is still being pursued. Local upland red rice in North Sumatra is widely planted by the community, because it has advantages, both as a staple food with rice flavor and aroma according to the tastes of the local community, as well as a health function for the body. Local genotypes usually adapt well to their area of origin and are resistant to pests and diseases. However, local rice has shortcomings, such as deep age, high stems making it easy to fall, not responsive to fertilization, and low production. Therefore, breeders must be more active in assembling or improving varieties in accordance with the development agroecosystem, because each HV requires a number of requirements to be able to display excellence to the maximum.

Exploration and conservation is an initial activity of breeding to produce site-specific HV. In order to make GR more empowered, more dynamic conservation methods, such as *on-site conservation (on farm conservation)* and *ex situ conservation*, are needed as well as genetic improvement through mutation breeding technique (induced mutation).

The study consisted of 2 stages, namely the exploration stage and the genetic improvement stage. In each of the first studies is exploration and characterization, carried out in several districts in North Sumatra from August 2015 until the end 2017, through literature studies, interviews and direct visits to farmer fields in districts that are rice producing areas and have the potential for local upland rice. The genotypes collected were then identified and collected. The information obtained is environmental conditions, farming systems, farmers' characteristics, and crop conditions. Agronomic, morphological, and production characters were observed including initial characters, including plant height, harvest age, production per hectare, 1000 grain weight, and grain and seed characterization and DNA molecular analysis using Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). The results were, the first, exploration results in 11 regencies with moderate to high topography have

collected 22 local upland rice genotypes that have varied agronomic and morphological characters; second, the cultivation techniques carried out by farmers are very simple, both in monoculture patterns, and in intercropping patterns. Farming system that is carried out is still relatively simple and by planting shifting fields. Planting is carried out between August-September; third, the characterization of 19 brown upland rice based on 79.79% similarity of unhusked rice/rice obtained by 3 genotypes groups of local upland rice in North Sumatra; fourth, characterization of 19 brown upland rice based on 80% similarity level molecularly obtained 11 genotypes groups of local red rice upland rice in North Sumatra. Based on community preferences, the distribution of planting locations, both from the literature data and the results of the Sigambiri Merah upland rice field visit, were selected to be improved through induction loading. The second research is genetic improvement, carried out from April 2016-August 2018 aimed at improving the genetic of the local red rice of North Sumatra (selected cultivars of Sigambiri Merah) especially related to the age of the plant to make it more early and short/semi-short posture through induction mutation. This research consists of several stages, ranging from irradiation and orientation of effective doses, planting M1, M2, and M3 as well as DNA analysis. To obtain the optimum dose, Sigambiri Merah rice seeds were irradiated with gamma ray Co 60 doses of 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, and 1000 Gy at the Isotopic and Radiation Application Center of the National Nuclear Energy Agency (PAIR-BATAN), Jakarta. M1 and M2 planting is carried out at BPTP North Sumatra: (1) At stage M1, the effective dose of irradiation in producing high genetic diversity and low physical damage is a dose of 200 Gy, as in the percentage of germination, height growth reduction, root length, and percentage of voiding (sterility) of the seedlings, and has been resulting in genetic diversity (such as 0.15% chlorophyll mutation frequency and 1.09% early mutant frequency). The dosage is considered to have produced a good enough genetic diversity, thus supporting the selection program at a later stage; (2) At the M2 stage high genetic diversity has been formed, particularly in the age character of flowering plants and plant height characters, whereas in the number of productive tillers, and panicle length has low genetic diversity. The selection results at the M2 stage were obtained as many as 86 mutant candidates; (3) In the M3 stage of the 20 mutants planted, only 11 mutants had character stability, while 9 other mutant candidates were not mutants; (4) Based on DNA analysis, from 11 candidate mutant lines in M3 based on 90% similarity level, 6 groups were obtained. Early maturity and *semi dwarf* characters, in selected mutant lines are controlled by a recessive gene. The red Sigambiri cultivar was chosen (based on the potential and location of the most widespread planting spread in several districts) to be improved by technique induction mutations. At the M2 stage high genetic diversity was formed, especially in the age character of flowering plants and plant height characters. Conversely, the characters of the number of productive tillers and panicle lengths have low genetic diversity. Early age characters in selected mutant lines are controlled by a recessive gene. Likewise in semi-dwarf characters, it is also controlled by a recessive gene.

*Keywords: Biodiversity, red rice, characterization, induction mutation, food security.*