

## Potensi Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan Varietas Padi Lokal Indonesia

### *Potential of Mutation Breeding in Improving Indonesian Local Rice Varieties*

**Sobrizar**

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta 12440  
E-mail : sobrizar@batan.go.id

Diterima 17-02-2016; Diterima dengan revisi 01-03-2016; Disetujui 19-05-2016

#### ABSTRAK

**Potensi Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan Varietas Padi Lokal Indonesia.** Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman sereal penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi manusia. Padi terbagi kedalam dua sub-spesies yaitu Indika dan Japonika. Sub-spesies Japonika terdiri dari *Temprate* dan *Tropical Japonika* (disebut dengan Javanika). Sebagian besar Javanika berasal dari Indonesia yaitu sebagai varietas lokal dengan jumlah lebih dari 8000 varietas. Tulisan ini bertujuan untuk membahas potensi pemuliaan mutasi, keberhasilan dan kegiatan yang sedang berjalan untuk perbaikan genetik varietas padi lokal Indonesia. Secara alami varietas lokal telah teruji ketahanannya terhadap berbagai cekaman biotik dan abiotik sehingga merupakan kumpulan sumberdaya genetik yang sangat bermanfaat. Varietas lokal biasanya beradaptasi baik pada daerah asalnya dengan rasa nasi dan aroma sesuai selera masyarakat setempat. Namun demikian padi lokal memiliki kekurangan seperti umur dalam, batang tinggi sehingga mudah rebah, tidak responsif terhadap pemupukan dan produksi rendah. Pengadaan benih biasanya dilakukan dengan menyisihkan dari hasil panen petani sendiri sehingga mutu benih, terutama tingkat kemurniannya sangat rendah. Perbaikan mutu benih diupayakan melalui pemurnian dan pelepasan varietas. Bahkan beberapa varietas diperbaiki terlebih dahulu melalui pemuliaan mutasi radiasi sebelum dilepas, seperti varietas Pandan Putri yang lebih genjah dibandingkan varietas asalnya Pandan Wangi dari Kabupaten Cianjur. Keberhasilan memperbaiki varietas Pandan Wangi telah memicu Pemerintah Daerah lainnya untuk ikut memperbaiki sifat-sifat agronomis padi lokal mereka melalui teknologi nuklir, karena diyakini pemuliaan mutasi radiasi mampu memperbaiki kelemahan varietas padi lokal tanpa merubah sifat lain yang disukai.

**Kata Kunci :** Pemuliaan mutasi, varietas padi lokal, Indonesia

#### ABSTRACT

**Potential of Mutation Breeding in Improving Indonesian Local Rice Varieties.** Rice (*Oryza sativa* L.) is an important cereal crops for human nutrition, this species can be divided into sub-species i.e. Indica and Japonica. Japonica sub-species consists of *Temprate* and *Tropical Japonica* (it is called as Javanica) groups. Mostly Javanica group originated from Indonesia, the people mentioned as Indonesian local varieties, it was covering more than 8000 varieties. This paper aims is to discuss the potential of mutation breeding, success stories and on going activities improved genetically the selocal rice varieties. Indonesian local varieties have been tested naturally for resistance to biotic and abiotic stresses so that they become useful collections of genetic resources. They usually adapted well toa specific environment where they grow largely, having good aroma and eating quality, but they have some weakness such very long growth duration, susceptible to lodging, unresponsive to fertilizer, and low yield. Seed multiplication is usually conducted by collecting seeds from farmer's fields so that the seed quality, especially for seeds purity levelis very low. Improvements of seed quality isusually conducted through purification of exciting varieties, then, the result is released as a new variety. Other ways, some new varieties were improved through mutation breeding, for

example, an early maturing mutant variety of Pandan Putri derived from irradiated Pandan Wangi variety from Cianjur area. The success story to reduce harvest age of Pandan Wangi variety through mutation breeding, it was triggers other local governments to use nuclear technology in improving agronomic traits of their local rice varieties, without altered another good characters.

**Keyword** : Mutation breeding, rice local varieties, Indonesia

## PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) yang ditanam di hampir seluruh belahan dunia merupakan tanaman sereal penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi manusia. Spesies ini termasuk salah satu spesies tertua di dunia [1, 2], diperkirakan berasal dari padi liar Asia, *Oryza rufipogon*, setelah melalui domestikasi sejak ribuan tahun yang lalu [3, 4, 5]. Sebagai tanaman autogamus (menyerbuk sendiri), terjadinya *gene flow* pada populasi tanaman padi akan sangat terbatas, dengan demikian untuk dapat tumbuh baik pada berbagai tempat dan tipe ekologi seperti yang ada saat ini tentu tanaman tersebut telah mengalami diferensiasi genetik yang cukup besar, dibandingkan tanaman yang menyerbuk silang seperti tanaman jagung.

OLUFOWOTE *et al.* [6] berpendapat bahwa sebagian besar keragaman tanaman padi disebabkan karena keragaman genetik berbagai *landrace* (varietas lokal). Hal ini sejalan dengan hasil berbagai penelitian seperti yang dilakukan oleh KATO *et al.* [7] melalui studi hybrid sterility, menyatakan bahwa dua sub-spesies utama padi, Indika dan Japonika merupakan produk peristiwa domestikasi yang terpisah dari ansestornya *Oryza rufipogon*. ZHAO *et al.* [8] dan HUANG *et al.* [9] menambahkan bahwa sebagian besar daerah pertanaman padi sub-spesies Indika adalah China Selatan, Asia Tenggara dan Asia Selatan, yaitu meliputi 70% dari pertanaman padi di dunia, sedangkan sebagian besar daerah pertanaman padi sub-spesies Japonika berada di Asia Timur.

Melalui studi yang lebih mendalam menggunakan 160 marka SSR terhadap 234

aksesi tanaman padi yang dikoleksi dari berbagai daerah pertanaman padi, GARRIS, *et al.* [10] mengelompokkan *Oryza sativa* kedalam dua kelompok besar yaitu sub-spesies Indika dan sub-spesies Japonika, pada sub-spesies Indika termasuk Aus dan pada Japonika terdapat *temprate* Japonika, *tropical* Japonika dan aromatik rice. Aksesori yang tergolong ke dalam group tropikal Japonika kebanyakan berasal dari berbagai kepulauan di Indonesia dan Filipina, selanjutnya *temprate* Japonika berasal dari tropikal Japonika.

Varietas padi yang tergolong *tropical* Japonika biasa juga disebut Javanika, merupakan varietas lokal Indonesia dengan jumlah lebih dari 8000 varietas [11]. Varietas Javanika ini pada awalnya hanya ditemukan di Jawa, Bali dan daerah perbukitan Banaue, Filipina [11]. Secara alami varietas lokal ini telah teruji ketahanannya terhadap berbagai cekaman lingkungan serta hama dan penyakit sehingga merupakan kumpulan sumberdaya genetik yang sangat bermanfaat. Sangat disayangkan kalau nantinya punah begitu saja karena tidak ditanam lagi oleh petani akibat kalah bersaing dengan varietas *modern*. Oleh karena itu, untuk melestarikan sifat-sifat positif dari varietas lokal, dan sekali gus menambah nilai ekonominya, perlu dilakukan pemuliaan untuk memperbaiki kelemahannya seperti umur yang panjang dan tinggi tanaman yang terlalu tinggi sehingga mudah rebah, tanpa merubah sifat lain yang sudah disukai seperti rasa nasi dan adaptasi yang baik pada daerah dimana padi tersebut banyak dibudidayakan.

Pemuliaan tanaman adalah kegiatan mengubah susunan genetik individu maupun populasi tanaman untuk suatu tujuan

sehingga diperoleh tanaman yang lebih bermanfaat. Mengubah susunan genetik individu maupun populasi tanaman dapat dilakukan antara lain dengan mutasi genetik. Mutasi genetik tanaman dapat diinduksi dengan menggunakan mutagen seperti radiasi sinar gamma. Bagian tanaman yang diradiasi biasanya adalah benih yang akan ditumbuhkan atau bagian tanaman lainnya yang dapat ditumbuhkan. Pemuliaan tanaman secara mutasi disebut pemuliaan mutasi. Pemuliaan mutasi mempunyai karakter spesifik antara lain sangat efektif untuk merubah sedikit sifat dalam perbaikan varietas tanaman. Pada tulisan ini dibahas potensi pemuliaan mutasi dalam perbaikan varietas padi lokal Indonesia, kegiatan yang sedang berjalan dan hasil-hasil yang sudah diperoleh.

## **KARAKTERISTIK VARIETAS PADI LOKAL INDONESIA**

Indonesia terletak di sekitar garis khatulistiwa, beriklim tropis dan kaya dengan keanekaragaman hayati termasuk keanekaragaman varietas padi. Hampir setiap daerah mempunyai varietas padi tradisional (lokal) spesifik daerah yang sudah dibudidayakan sejak lama secara turun temurun. Misalnya varietas Pandan Wangi terkenal sebagai varietas padi lokal Cianjur, Jawa Barat, Rojolele sebagai varietas padi lokal daerah Klaten, Jawa tengah, Kuriak Kusuik sebagai varietas padi lokal Sumatera Barat, Siam Datu sebagai varietas padi lokal Kalimantan Selatan, dan lain lain.

Varietas lokal Indonesia pada umumnya mempunyai malai yang panjang, anakan sedikit, biji bulat dan susah rontok, daun lebar, *photoperiod insensitive*, kandungan amilosa intermediet [11]. Masing-masing beradaptasi baik pada daerah dimana tanaman tersebut berasal, rasa nasi sesuai selera masyarakat setempat dan mempunyai aroma spesifik. Sifat lainnya yaitu perakaran kuat dan dalam tetapi tidak responsif terhadap pemberian pupuk, umur

dalam, batang tinggi sehingga mudah rebah, dan produksi rendah. Dalam pengadaan benih biasanya petani mengandalkan hasil panen sendiri secara terus-menerus, dengan demikian mutu benih, terutama tingkat kemurniannya sangat rendah sehingga berpengaruh terhadap produksi. Akibat tingkat kemurnian benih yang rendah maka penampilan varietas padi lokal di lapangan pada umumnya masih beragam terutama terkait karakter tinggi tanaman, umur masak, bentuk dan warna gabah.

Sebelum tahun 1970, sebagian besar petani Indonesia menggunakan varietas padi lokal dengan penyebarannya meliputi areal yang sempit sesuai dengan keadaan lingkungan yang berbeda, dan bahkan sejak dilepasnya varietas padi moderen, seperti PB 5, Pelita 1-1, PB 26, PB 36, dan varietas unggul tahan wereng lainnya penyebaran varietas padi lokal menjadi semakin sempit dan terdesak ke daerah dataran tinggi, lahan kering, dan sebagian daerah tadah hujan yang belum banyak ditanami varietas unggul. Hal ini mengakibatkan terjadinya erosi genetik sehingga memerlukan upaya pelestarian padi lokal untuk pemulihan erosi tersebut.

## **PEMANFAATAN VARIETAS PADI LOKAL INDONESIA**

Sesuai dengan ketersediaan lahan, sering petani harus menanam varietas padi lokal di berbagai lingkungan tumbuh yang kurang menguntungkan seperti lahan kering di daerah perbukitan, lahan kering masam, lahan rawa baik rawa lebak yang sering tergenang air maupun rawa pasang surut yang cenderung bersifat salin, dan lahan marginal lainnya. Budidaya semacam ini telah membentuk varietas padi lokal tersebut beradaptasi sehingga menjadi toleran terhadap berbagai cekaman, baik biotik maupun abiotik dengan rasa nasi yang enak sesuai selera masyarakat dimana varietas tersebut banyak ditanam. Berbagai keunggulan yang dimiliki varietas padi lokal ini tentu akan sangat bermanfaat sebagai

sumber genetik pada program pemuliaan tanaman.

Dari hasil penelitian plasma nutfah varietas lokal Indonesia telah teridentifikasi varietas lokal yang memiliki ketahanan terhadap berbagai hama dan penyakit tanaman serta varietas lokal yang toleran terhadap berbagai cekaman lingkungan [12, 13, 14]. Beberapa varietas padi lokal juga sudah teridentifikasi mempunyai mutu beras yang baik [12], namun demikian, sifat-sifat unggul spesifik varietas lokal tersebut baru sebagian kecil saja yang telah dimanfaatkan sebagai donor gen dalam pemuliaan tanaman padi [15].

Untuk memudahkan pemulia dalam memanfaatkan keunggulan varietas padi lokal, informasi gen-gen yang mengontrol berbagai keunggulan varietas padi lokal tersebut perlu dilengkapi dengan hasil analisis genetik baik secara konvensional maupun molekuler. McNALLY *et al.* [16] pada studinya menggunakan data komprehensif SNP (*single nucleated polymorphism*) 20 varietas moderen dan varietas lokal dapat memberikan dasar-dasar untuk melakukan eksplorasi keragaman genetik secara mendalam, hubungan genotip dan fenotip dan penggunaannya untuk perbaikan varietas padi kedepan. Bahkan FUJITA *et al.* [17] melalui studi molekuler menemukan gen *SPIKE (SPIKLET NUMBER)* yang berasal dari varietas lokal Daringan (Javanika) mampu meningkatkan hasil gabah kering varietas IR64 sampai mencapai 36 %. Begitu juga informasi genetik keunggulan varietas padi lokal Indonesia jika dilengkapi dengan data molekuler tentu akan dapat memaksimalkan eksploitasi sumber genetik yang dibawa varietas lokal tersebut.

Di Indonesia, dengan diberlakukannya undang-undang No. 22 dan 25 tahun 1999 tentang Otonomi Daerah memberi peluang kepada setiap Pemerintah Daerah untuk dapat mengelola dan mengembangkan potensi daerah untuk kesejahteraan masyarakat, khususnya masyarakat daerah yang bersangkutan. Varietas padi lokal merupakan potensi daerah yang belum banyak mendapat sentuhan teknologi.

Akhir akhir ini beberapa Pemerintah Daerah mulai melirik potensi varietas padi lokal untuk dikelola dan dimanfaatkan lebih baik agar memberi nilai ekonomi yang lebih tinggi. Sebagaimana telah disebutkan bahwa salah satu kelemahan varietas padi lokal adalah penampilan di lapangan yang masih beragam karena tingkat kemurnian benih yang rendah dari hasil panen petani sendiri secara terus-menerus. Perbaikan tingkat kemurnian benih diupayakan oleh Pemerintah Daerah melalui pemurnian dan pelepasan varietas padi lokal tersebut. Hingga tahun 2012 sebanyak sepuluh varietas padi lokal sudah dimurnikan dan sudah dilepas sebagai varietas unggul baru seperti tertera pada Tabel 1. Saat ini masih banyak lagi yang sedang dalam proses pemurnian untuk dilepas, dan bahkan varietas Lampai Kuning dari Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat sudah juga dilepas pada tahun 2014. Tujuan dari pelepasan varietas padi lokal adalah untuk; a) memperoleh legalitas bahwa varietas lokal layak menjadi varietas unggul regional yang bersifat spesifik lokasi; b) memperoleh legalitas bagi upaya produksi benih bersertifikat; c) memperoleh kesetaraan hak dalam pemanfaatan benih bermutu, dan d) meningkatkan nilai manfaat dan nilai ekonomis benih varietas lokal bagi masyarakat dan pemerintah daerah [15].

## MUTASI GENETIK PADA PROGRAM PEMULIAAN TANAMAN

Mutasi yaitu perubahan struktur genetik suatu makhluk hidup secara tiba-tiba dan acak yang diwariskan pada generasi berikutnya [18]. Mutasi dapat terjadi secara spontan di alam (*spontaneous mutation*) dan dapat juga terjadi melalui induksi (*induced mutation*). Mutasi induksi dapat dilakukan melalui perlakuan mutagen pada materi genetik tanaman. Sampai abad ke 20 hanya mutasi spontan merupakan satu-satunya sumber keragaman genetik dimana manusia dapat melakukan seleksi terhadap tanaman maupun hewan sesuai dengan

kebutuhannya pada proses domestikasi maupun breeding. Sebuah lompatan dalam pemuliaan tanaman muncul ketika radiasi pengion ditemukan, dan penelitian awal yang menandai dimulainya pemuliaan mutasi tanaman adalah penemuan oleh MULLER tahun 1930 [19], bahwa mutan dapat diinduksi. Keragaman yang disebabkan oleh mutasi induksi pada dasarnya tidak berbeda dengan keragaman yang disebabkan oleh mutasi spontan di alam yang terjadi selama proses domestikasi.

Penemuan bahwa mutan dapat diinduksi diikuti dengan berbagai program terkait pemuliaan mutasi yang di inisiasi oleh kerja sama organisasi dunia FAO/IAEA yang dimulai pada tahun 1964 [20]. Kemudian pada tahun 2000 McCALLUM *et al.* [21] menemukan suatu *strategy reverse genetic* yang dikenal dengan TILLING (*Targeting Induced Local Lesions in Genomes*), merupakan metode secara molekuler yang dapat mengidentifikasi poin mutasi (mutasi gen) secara langsung. Akhir akhir ini metode

**Tabel 1.** Varietas lokal yang telah dimurnikan dan dilepas pemerintah.

Varietas lokal	Pengusul	Provinsi	Dasar pelepasan
Pandanwangi	Pemerintah Kabupaten Cianjur/ Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Cianjur, dan BPSB TPH	Jawa Barat	Keputusan Menteri Pertanian No. 163/Kpts/LB.240/3/2004
Rojolele	Disperta Klaten	Jawa Tengah	Keputusan Menteri Pertanian No. 126/KPTS/TP.240/2/2003
Anak Daro	Dinas Pertanian Kota Solok, BPTP Sumatera Barat dan BPSB Sumatera Barat	Sumatera Barat	Keputusan Menteri Pertanian No. 73/Kpts/SR.120/2/2007
Kuriiek Kusuik	Dinas Pertanian Kabupaten Agam bersama BPTP Sumatera Barat dan BPSB Sumbar	Sumatera Barat	Keputusan Menteri Pertanian No. 2229/Kpts/SR.120/5/2009
Junjung	Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Lima puluh Kota dan BPSB Sumatera Barat	Sumatera Barat	Keputusan Menteri Pertanian No. 2229/Kpts/SR.120/5/2009
Caredek Merah	Dinas Pertanian Kabupaten Solok bersama BPTPSumatera Barat dan UPTD BPSB TPH Sumatera Barat	Sumatera Barat	Keputusan Menteri Pertanian No. 1229/Kpts/SR.120/3/2010
Siam Mutiara	Pemprov Kalimantan Selatan, BPSBTPH, Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Batola	Kalimantan Selatan	Keputusan Menteri Pertanian No. 959/Kpts/SR.120/7/2008
Siam Saba	Pemprov Kalimantan Selatan, BPSBTPH, Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Batola	Kalimantan Selatan	Keputusan Menteri Pertanian No. 961/Kpts/SR.120/7/2008
Cekow	Pemerintah Daerah Pelalawan, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. Pelalawan, dan BPTP Riau	Riau	Keputusan Menteri Pertanian No. 1109/Kpts/SR.120/3/2012
Karya	Pemerintah Daerah Pelalawan, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. Pelalawan, dan BPTP Riau	Riau	Keputusan Menteri Pertanian No. 1110/Kpts/SR.120/3/2012

Sumber; [15]

tersebut banyak digunakan pada berbagai penelitian baik tanaman maupun hewan [22, 23, 24, 25, 26, 27].

Disamping mutasi, tersedia juga metode lain dalam pemuliaan tanaman, seperti introduksi, persilangan, dan bioteknologi. Masing-masing metode tentu punya kekuatan dan kelemahan. Dengan mempertimbangkan materi tanaman, kemampuan dan fasilitas yang tersedia, serta tujuan pemuliaan, kita dapat menentukan metode yang tepat untuk digunakan. Misalnya kalau untuk perbaikan sifat yang sumber genetiknya tidak tersedia tentu tidak dapat dilakukan melalui metode pemuliaan lainnya selain pemuliaan mutasi karena melalui pemuliaan mutasi akan memungkinkan untuk munculnya sifat baru. Begitu juga pemuliaan mutasi dapat digunakan untuk memutus *gene linkage* apabila gen yang mengontrol sifat yang kita inginkan terkait dekat sekali dengan gen yang mengontrol sifat yang tidak kita inginkan. Pemuliaan mutasi sangat efektif untuk merubah sedikit sifat tertentu tanpa merubah sifat lain yang sudah disukai sehingga waktu yang diperlukan pada program pemuliaan tanaman secara mutasi relatif lebih singkat. Selain itu, pemuliaan mutasi juga efektif untuk memperbaiki tanaman tahunan yang memerlukan waktu sangat lama untuk dapat disilangkan karena menunggu datangnya fase generatif.

Namun demikian, pemuliaan mutasi juga punya kelemahan yaitu terjadinya mutasi pada genom tanaman bersifat random [28], sehingga pemuliaan mutasi itu sering dianggap seperti menembak dalam gelap. Untuk menyalasi hal ini maka kita harus pilih materi induk yang tepat sesuai tujuan, gunakan dosis radiasi yang tepat, kemudian tentukan satu atau dua karakter yang akan diperbaiki sebagai target utama dan fokus pada target tersebut. Selanjutnya bekerja dengan populasi yang besar pada generasi  $M_1$  dan  $M_2$  untuk memastikan munculnya mutan yang ditargetkan. Seperti pada perbaikan varietas padi lokal dimana kelemahan utamanya biasanya tinggi tanaman yang terlalu tinggi sehingga mudah

rebah dan umur dalam. Dalam seleksi pada populasi  $M_2$  kita fokuskan untuk memilih sebanyak mungkin tanaman yang pohonnya lebih pendek dan umurnya lebih genjah dibandingkan tanaman asalnya. Kemudian tanaman terpilih dimurnikan, setelah diperoleh galur murni baru dilakukan seleksi terhadap karakter lainnya seperti potensi hasil, ketahanan terhadap hama penyakit, dan kualitas hasil.

Pada program pemuliaan tanaman, mutan yang diperoleh dapat saja langsung digunakan sebagai varietas atau perlu disilangkan terlebih dahulu sebelum jadi varietas, baik persilangan balik dengan varietas/galur asal, persilangan sesama mutan, ataupun persilangan mutan dengan varietas/galur lainnya. Penggunaan mutan secara langsung merupakan pendekatan yang sangat baik khususnya kalau kita ingin memperbaiki satu atau dua sifat yang mudah di kenali pada varietas yang sudah beradaptasi baik di daerah tertentu dimana varietas tersebut akan dikembangkan. Suksesnya penampilan galur mutan yang diperoleh tidak hanya ditentukan oleh keunggulan sifat baru yang berasal dari mutasi, sifat agronomi lainnya seperti daya adaptasi, ketahanan terhadap hama penyakit, termasuk daya hasil juga akan menentukan penampilan mutan tersebut. Melalui pemanfaatan mutan secara langsung sudah banyak varietas mutan padi [29], kedelai [30] dan mutan tanaman lainnya yang dilepas sebagai varietas unggul dan ditanam secara luas.

Akan tetapi seorang pemulia harus memperhatikan juga efek *pleiotropic* dari gen yang termutasi dan mutasi gen untuk sifat-sifat yang tidak diinginkan. Apabila bersamaan dengan perbaikan sifat yang diinginkan ditemukan juga sifat-sifat yang tidak diinginkan maka disarankan untuk melakukan silang balik mutan tersebut dengan varietas/galur asalnya, kemudian pilih tanaman yang mempunyai sifat yang diinginkan, tetapi bebas dari sifat-sifat yang tidak diinginkan.

Sebagaimana diuraikan sebelumnya bahwa pemuliaan mutasi efektif untuk

merubah beberapa sifat, dengan demikian untuk mendapatkan keragaman yang luas tentu tidak dapat hanya mengandalkan pemuliaan mutasi saja. Keragaman genetik yang luas lebih mudah diperoleh melalui persilangan yang jarak genetik kedua tetuanya relatif besar karena melalui persilangan tersebut akan memungkinkan munculnya segregasi *transgressive* pada progeni hasil persilangan. Segregasi *transgressive* adalah munculnya suatu individu pada populasi yang bersegregasi dimana fenotipe individu tersebut melebihi dari fenotipe kedua tetuanya dan biasa ditemukan pada progeni yang berasal dari persilangan *inter* dan *intra specific* [31, 32, 33], seperti halnya pada penelitian SOBRIZAL [34], dalam pembentukan galur murni dengan keragaman genetik yang luas melalui persilangan antar sub-spesies padi Indika, IR36 dengan sub-spesies padi Japonika, Koshihikari. Pemuliaan mutasi digunakan untuk memperbaiki kelemahan galur murni terpilih, seperti perbaikan umur tanaman [35] dan tinggi tanaman [36, 37]. Disamping itu, pada populasi bersegregasi dengan keragaman yang luas dari hasil persilangan antar sub-spesies dapat dilakukan seleksi dengan leluasa hingga diperoleh tanaman yang superior dan langsung dilepas sebagai varietas unggul [38].

## PERBAIKAN VARIETAS PADI LOKAL INDONESIA MELALUI PEMULIAAN MUTASI

Pemuliaan mutasi secara efektif dapat merubah sedikit sifat tanpa merubah sifat lain yang sudah disukai. Hal ini tentu sangat bermanfaat untuk perbaikan varietas padi lokal yang sudah populer pada masyarakat daerah tertentu karena rasa nasinya disukai masyarakat setempat dan beradaptasi baik di daerah tersebut, tetapi punya kelemahan umur yang terlalu panjang dan tinggi tanaman yang terlalu tinggi sehingga mudah rebah terutama menjelang panen. Kerebahan ini dapat menurunkan hasil baik

secara kuantitas maupun kualitas. Perbaikan melalui persilangan tentu akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan sifat-sifat yang disukai pada varietas tersebut terutama rasa nasi spesifik sesuai selera masyarakat dimana varietas tersebut berasal. Mengembalikan rasa nasi dan sifat lain seperti yang ada pada induk padi lokal memerlukan beberapa kali persilangan balik (*backcross*) dengan varietas induk tersebut yang akan menguras tenaga dan waktu.

Seperti perbaikan varietas padi lokal Pandan Wangi dimana varietas ini sangat terkenal dengan aroma pandan, rasa nasi yang enak, pulen, dan beradaptasi baik di daerah dataran tinggi Cianjur, Jawa Barat, tetapi umurnya panjang, mencapai 165 hari, dan tidak tahan terhadap hama wereng coklat. Setelah perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 200 Gy dan seleksi, akhirnya diperoleh empat galur mutan harapan yang umurnya sekitar 120 - 130 hari dan tahan terhadap hama wereng coklat biotipe 1 [39]. Dari empat galur harapan tersebut satu galur diantaranya telah dilepas pada tahun 2010 melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 2366/Kpts/SR.120/6/2010 dengan nama Pandan Putri. Umur Pandan Putri 45 hari lebih genjah, namun penampilan dan rasa nasinya tidak berbeda bila dibandingkan dengan varietas asalnya Pandan Wangi.

Keberhasilan perbaikan varietas Pandan Wangi melalui pemuliaan mutasi menginspirasi perbaikan varietas padi lokal daerah lain. Seiring dengan maraknya upaya Pemerintah Daerah untuk memurnikan dan melepas varietas padi lokal, beberapa daerah juga telah mengupayakan pula perbaikan varietas padi lokalnya melalui pemuliaan mutasi. Melalui kerja sama BATAN, Universitas Samratulangi dan Pemerintah Daerah Sulawesi Utara, pada tahun 2012 telah dilepas varietas Sulutan Unsrat 1 dan Sulutan Unsrat 2 yang umurnya sekitar 25 hari lebih genjah dibandingkan varietas asalnya Superwin [40, 41].

Saat ini beberapa Pemerintah Daerah, Peguruan Tinggi dan BATAN sedang melakukan kerja sama dalam perbaikan varietas padi lokal berbagai daerah.

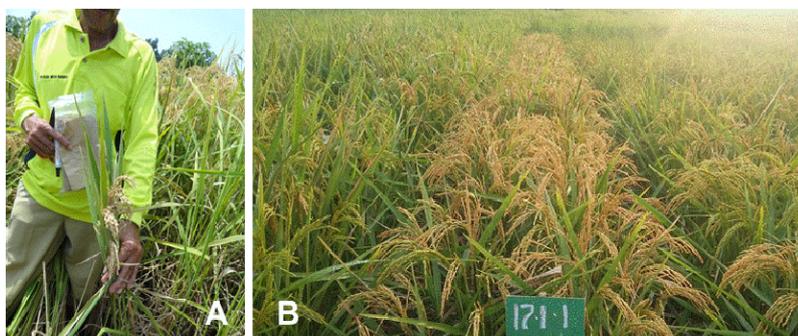
Diantaranya yaitu kerja sama BATAN, Universitas Musi Rawas dan Pemerintah Daerah Kabupaten Musi Rawas yang dimulai sejak tahun 2013 untuk memperbaiki varietas padi lokal Musi Rawas Dayang Rindu. Dayang Rindu adalah varietas yang beradaptasi baik di Musi Rawas dengan aroma dan rasa nasi yang enak. Namun demikian, umur tanaman Dayang Rindu tergolong panjang, mencapai 145 hari, pohon terlalu tinggi sehingga mudah rebah terutama menjelang panen, kurang responsif terhadap pemupukan dan produksi rendah. Melalui pemuliaan mutasi, pada generasi  $M_2$  sudah diperoleh tanaman yang berumur lebih genjah dengan postur lebih pendek dibandingkan tanaman asalnya (Gambar 1A), sehingga tentu akan lebih tahan rebah. Begitu juga pada generasi  $M_4$  sudah terlihat galur yang hampir homogen, agak genjah dan berindikasi produksi tinggi (Gambar 1B). Galur-galur terpilih asal iradiasi benih Dayang Rindu saat ini sedang dalam proses pemurnian pada generasi  $M_5$  dan perbanyak benih untuk persiapan uji daya hasil.

Begitu juga dengan varietas Payo, merupakan varietas padi lokal Kabupaten Kerinci yang beradaptasi baik di dataran tinggi Kerinci dengan rasa nasi enak sesuai selera masyarakat Kerinci khususnya. Umur varietas Payo sangat panjang mencapai 7 bulan, pohon sangat tinggi mencapai 180 cm sehingga mudah rebah. Melalui kerja sama BATAN dengan Pemerintah Daerah

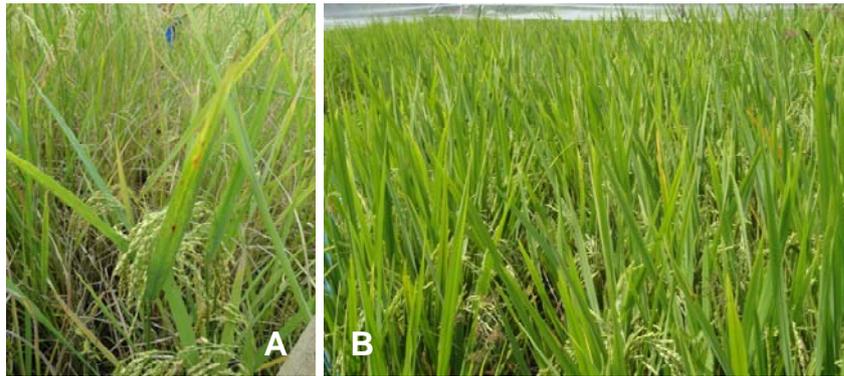
Kabupaten Kerinci sejak tahun 2012, varietas Payo diperbaiki secara mutasi radiasi. Tujuan utama kegiatan ini adalah untuk mendapatkan varietas keturunan padi Payo yang lebih genjah dan lebih pendek sehingga tidak mudah rebah dengan rasa nasi tetap seperti rasa nasi varietas Payo. Gambar 2A adalah tanaman mutan  $M_2$  genjah dan semi-pendek ditemukan saat seleksi mutan Payo pada populasi  $M_2$ . Gambar 2B adalah galur  $M_4$  terpilih yang sudah hampir homogen, saat ini 26 galur mutan terpilih tersebut sudah mencapai generasi  $M_6$  dan sedang dalam tahap uji daya hasil.

Kerja sama BATAN dengan Pemerintah Daerah Klaten dimulai sejak tahun 2013 untuk memperbaiki varietas lokal daerah Klaten yaitunya varietas Rojolele. Rojolele adalah varietas terkenal dengan rasa nasi yang enak sesuai selera masyarakat di Jawa khususnya, tetapi umurnya masih agak panjang, mencapai 145 hari. Melalui pemuliaan mutasi diperoleh tanaman yang umurnya dan pohonnya lebih pendek dibandingkan tanaman aslinya seperti terlihat pada Gambar 3A. Saat ini galur-galur terpilih dari kegiatan ini sedang dalam proses pemurnian pada generasi  $M_4$  (Gambar 3B).

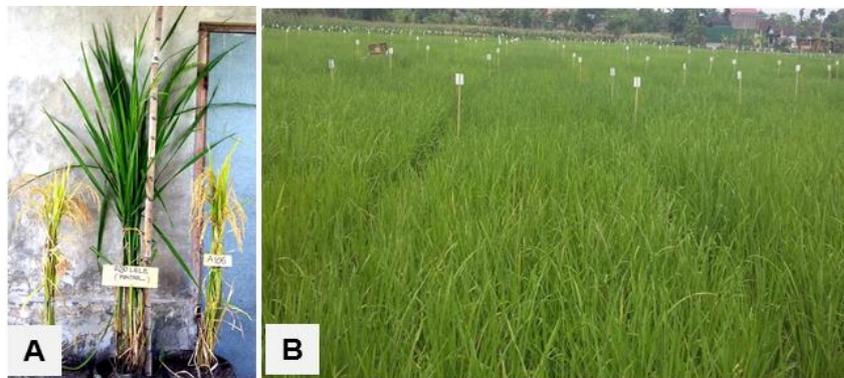
Selain dari perbaikan varietas padi lokal yang dikemukakan di atas masih banyak lagi perbaikan varietas padi lokal melalui pemuliaan mutasi yang sedang dilakukan oleh BATAN bekerja sama dengan



**Gambar 1.** Tanaman genjah dan semi-pendek terpilih pada populasi  $M_2$  (A), galur  $M_4$  genjah yang hampir homogen (B), berasal dari iradiasi benih Dayang Rindu dosis 200 Gy.



**Gambar 2.** Tanaman genjah dan semi-pendek terpilih pada populasi  $M_2$  (A), galur  $M_4$  genjah yang hampir homogen (B) yang berasal dari iradiasi benih Payo dosis 200 Gy.



**Gambar 3.** Tanaman mutan terpilih genjah dan semi-pendek (A), galur  $M_4$  genjah dan semi pendek yang hampir homogen (B) yang berasal dari iradiasi benih Rojolele dosis 200 Gy.

berbagai Pemerintahan Daerah yaitu; Pemerintah Daerah Kabupaten Kota Baru, Kalimantan Selatan; Kabupaten Paser, Kalimantan Timur; Kabupaten Tabanan, Bali; dan Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Setelah diperbaiki dan diperoleh varietas berasal dari varietas padi lokal yang umur dan tingginya setara dengan varietas *modern*, tetapi rasa dan aromanya tetap seperti aslinya, tentu petani tidak akan keberatan menanam varietas tersebut secara luas. Hal ini tentu akan memberi keuntungan kepada petani karena masa tanam lebih pendek, kualitas dan kuantitas hasil lebih baik akibat tanaman tidak rebah dan harga jual relatif lebih tinggi. Selain itu juga sekali gus dapat melestarikan karakter

yang disukai pada varietas padi lokal tersebut yang sudah hampir punah karena kesulitan bersaing dengan varietas *modern*.

## KESIMPULAN

1. Padi (*Oryza sativa* L.) terbagi kedalam dua sub-spesies yaitu Indika dan Japonika. Japonika terdiri dari *Temprate* dan *Tropical Japonika* (Javanika).
2. Sebagian besar Javanika berasal dari Indonesia yaitu sebagai varietas lokal Indonesia dengan jumlah lebih dari 8000 varietas.
3. Secara alami varietas lokal telah teruji ketahanannya terhadap berbagai

- cekaman biotik dan abiotik sehingga merupakan kumpulan sumberdaya genetik yang sangat bermanfaat, rasa nasi dan aroma sesuai selera masyarakat setempat, namun memiliki kekurangan seperti umur dalam, batang tinggi sehingga mudah rebah, tidak responsif terhadap pemupukan dan produksi rendah.
- Kelemahan varietas padi lokal sangat efektif diperbaiki melalui pemuliaan mutasi karena pemuliaan mutasi berpotensi dapat merubah sedikit sifat tanpa merubah sifat lain yang sudah disukai seperti daya adaptasi di daerah tertentu, rasa nasi, dan aroma yang sudah disukai masyarakat setempat.
  - Beberapa varietas padi lokal Indonesia telah berhasil diperbaiki melalui pemuliaan mutasi radiasi, seperti vareitas Pandan Wangi dari Kabupaten Cianjur, varietas Superwin dari Sulawesi Utara. Keberhasilan ini memicu Pemerintah Daerah lain untuk ikut memperbaiki varietas padi lokalnya melalui pemuliaan mutasi radiasi.
- ### UCAPAN TERIMA KASIH
- Ucapan terima kasih disampaikan kepada kolega kami di Kabupaten Kerinci, Musi Rawas dan Klaten atas izin menampilkan foto kegiatan perbaikan varietas Payo, Dayang Rindu dan Rojolele pada tulisan ini.
- ### DAFTAR PUSTAKA
- MOLINA, J., SIKORA, M., GARUD, N., FLOWERS, J.M., RUBINSTEIN, S., REYNOLDS, A., HUANG, P., JACKSON, S., SCHAAL, B.A., BUSTAMANTE, C.D., BOYKO, A.R. and PURUGGANAN, M.D., Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesticated rice. *PNAS.*, 108 (20), 8351–8356 (2011).
  - GROSS, B.L., and ZHAO, Z., Archaeological and genetic insights into the origins of domesticated rice. *PNAS.*, 111 (17), 6190–6197 (2014).
  - KHUSH, G.S., Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Mol. Biol.*, 35, 25–34 (1997).
  - DORIAN Q. FULLER, D.Q., SATO, Y.I., CASTILLO, C., QIN, L., WEISSKOPF, A.R., KINGWELL-BANHAM, E.J., SONG, J., AHN, S.M. and ETTEN, J.V. Consilience of genetics and archaeobotany in the entangled history of rice. *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 2, 115–131 (2010).
  - DOEBLEY, J.F., GAUT, B.S. and SMITH, B.D. The molecular genetics of crop domestication. *Cell.*, 127, 1309–1321 (2006).
  - OLUFOWOTE, J.O., XU, Y., CHEN, X., PARK, W.D., BEACHELL, H.M., DILDAY, R.H., GOTO, M. and McCOUCH, S.R. Comparative evaluation of within-cultivar variation of rice (*Oryza sativa* L.) using micro satellite and RFLP markers. *Genome.*, 38, 1170–1176 (1997).
  - KATO, S., KOSAKA, H. and HARA, S. On the affinity of rice varieties as shown by the fertility of hybrid plants. *Bulletin of the Science Faculty of Agriculture, Kyushu University* 3, 132-147 (1928) (Dalam bahasa Jepang).
  - ZHAO, K., TUNG, C.W., EIZENGA, C.W., WRIGHT, M.H., ALI, M.L., PRICE, A.H., NORTON, G.J., ISLAM, M.R., REYNOLDS, MEZEY, A.J., McCLUNG, A.M., BUSTAMANTE, C.D. and McCOUCH, S.R. Genome-wide

- association mapping reveals a rich genetic architecture of complex traits in *Oryza sativa*. *Nat Commun.*, **2**, 467 (2011).
9. HUANG, X., KURATA, N., WEI, X., WANG, Z.X., WANG, A., ZHAO, Q., ZHAO, Y., LIU, K., LU, H., LI, W., GUO, Y., LU, Y., ZHOU, C., FAN, D., WENG, Q., ZHU, C., HUANG, T., ZHANG, L., WANG, Y., FENG, L., HIROYASU FURUUMI, H., KUBO, T., MIYABAYASHI, T., YUAN, X., XU, Q., DONG, G., ZHAN, Q., LI, C., FUJIYAMA, A., TOYODA, A., LU, T., FENG, Q., QIAN, Q., LI, J. and HAN, B. A map of rice genome variation reveals the origin of cultivated rice. *Nature.*, **490** (7421), 497-501 (2012).
  10. GARRIS, A.J., TAI, T.H., COBURN, J., KRESOVICH, S. and McCOUCH, S.R. Genetic structure and diversity in *Oryza sativa* L. *Genetics.*, **169**, 1631-1638 (2005).
  11. SIWI, B.H., and HARAHAP, Z. Present status of the indigenous rice germ plasm collection in Indonesia. Paper presented at the IBPGR/IRRI Rice Genetic Conservation Workshop, 12 - 15 December, Los Banos, Laguna, Philippines (1977).
  12. SUTORO, SOMANTRI, I.H., SILITONGA, T.S., BUDIARTI, S.G., HADIATMI, ASADI, MINANTYORINI, ZURAIDA, N. SUHARTINI, T. DEWI, N. SETYOWATI, M. ZULCHI T.P.H., DIANTINA, S. RISLIAWATI, A. dan JULIANTINI. E. Katalog data paspor plasma nutfah tanaman. BB Biogen. Bogor (2010).
  13. BB Padi. Laporan tahunan hasil penelitian. BB Padi. Sukamandi (2010).
  14. SASMITA, P., NAFISAH, SITARESMI, T. dan DARADJAT, A.A. Variabilitas genetik dan toleransi plasma nutfah terhadap cekaman suhu rendah di dataran tinggi Kalibening, Banjarnegara. Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional. BB Padi. Sukamandi (2011).
  15. SITARESMI, T., WENING, R.H., RAKHMI, A.T., YUNANI, N., dan SUSANTO, U. Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi Varietas Lokal dalam Perakitan Varietas Unggul. *Iptek tanaman pangan*, **8** (1), 22-30 (2013).
  16. McNALLY, K.L., CHILDS, K.L., BOHNERT, R., DAVIDSON, R.M., ZHAO, K., ULAT, V.J., ZELLER, J., CLARK, R.M., HOEN, D.R., BUREAU, T.E., STOKOWSKI, R., BALLINGER, D.G., FRAZER, K.A., COX, D.R., PADHUKASAHASRAM, B., BUSTAMANTE, C.D., WEIGELF, D., MACKILL, D.J., BRUSKIEWICH, R.M., RA" TSCH, G., BUELL, C.R., LEUNG, H, and LEACH, J.E. Genomewide SNP variation reveals relationships among landraces and modern varieties of rice. *PNAS.*, **106** (30), 12273-12278 (2009).
  17. FUJITA, D., TRIJATMIKO, K.R., TAGLE, A.G., SAPASAP, M.V., KOIDE, Y., SASAKI, K., TSAKIRPALOGLU, N., GANNABAN, R.B., NISHIMURA, T., YANAGIHARA, S., FUKUTA, Y., KOSHIBA, T., SLAMET LOEDIN, I.H., ISHIMARU, T. and KOBAYASHI, N. NAL1 allele from a rice landrace greatly increases yield in modern indica cultivars. *PNAS.*, **110** (51), 20431-20436 (2013).

18. LUNDQVIST, U., FRANCKOWIAK, J.D. and FORSTER, B. Mutation categories. In Plant Mutation Breeding and Biotechnology (Shu, Q.Y., *et al.* Eds), Plant Breeding and Genetics section Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 47-55 (2012).
19. MULLER, H.J. Types of visible variations induced by X-rays in *Drosophila*. *Genetics*, **22**, 299-334 (1930).
20. KHARKWAL, M.C. Plant mutagenesis in crop improvement: Basic terms and applications. In Plant mutation breeding and biotechnology (Shu *et al.* Eds). Plant Breeding and Genetics section Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 21-30 (2012).
21. McCALLUM, C.M., COMAI, L., GREENE, E.A. and HENIKOFF, S. Targeted screening for induced mutations. *Nature Biotechnology*, **18**, 455-457 (2000).
22. TSAI, H., HOWELL, T., NITCHER, R., MISSIRIAN, V., WATSON, B., NGO, K.J., LIEBERMAN, M., FASS, J., UAUY, C., TRAN, R.K., KHAN, A.A., FILKOV, V., TAI, T.H., DUBCOVSKY, J., and COMAI, L. Discovery of Rare Mutations in Populations: TILLING by Sequencing. *Plant Physiol.*, **156**, 1257-1268 (2011).
23. SILME, R.S. and ÇAĞIRGAN, M.I. TILLING (*Targetting Induced Local Lesions In Genomes*) Technology for Plant Functional Genomics. *J. of Applied Biological Sciences*, **1** (1), 77-80 (2007).
24. KUROWSKA, M., DASZKOWSKA-GOLEC, A., GRUSZKA, D., MARZEC, M., SZURMAN, M., SZAREJKO, I. and MALUSZYNSKI, M. TILLING - a shortcut in functional genomics, *J. Appl Genetics*, **52**, 371-390 (2011).
25. BARKLEY, N.A. and WANG, M.L. Application of TILLING and Eco TILLING as Reverse Genetic Approaches to Elucidate the Function of Genes in Plants and Animals. *Current Genomics*, **9**, 212-226 (2008).
26. PARRY, M.A.J., MADGWICK, P.J., BAYON, C., TEARALL, K., HERNANDEZ-LOPEZ, A., BAUDO, M., RAKSZEGI, M., HAMADA, H., AL-YASSIN, A., OUABBOU, H., LABHILILI, M., AND PHILLIPS, A.L. Mutation discovery for crop improvement. *J. of Experimental Botany*, **60** (10), 2817-2825 (2009).
27. MOENS, C.B., DONN, T.M., WOLF-SAXON, E.R. and MA, T.P. Reverse genetics in zebrafish by TILLING. *Briefings In Functional Genomics And Proteomics*, **7** (6), 454 - 459 (2008).
28. FORSTER, B.P. and SHU, Q.Y. Plant mutagenesis in ceop improvement: Basic terms and applications. In Plant mutation breeding and biotechnology (Shu *et al.* Eds.). Plant Breeding and Genetics section Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 9-20 (1912).
29. MUGIONO, HARSANTI, L. dan DEWI, A.K. Perbaikan padi varietas Cisantana dengan mutasi induksi. *J. Ilmiah AI & R.*, **5** (2), 194 - 210 (2009).

30. ASADI. Pemuliaan mutasi untuk perbaikan terhadap umur dan produktivitas pada kedelai. *J. Agro Biogen.*, **9** (3), 135-142 (2013).
31. VEGA, U., and FREY, K. J. Transgressive segregation in inter and intraspecific crosses of barley. *Euphytica.*, **34**, 585 - 694 (1980).
32. DYLAN R.D. and BENJAMIN, M.F. Transgressive Hybrids as Hopeful Monsters. *Evol Biol.*, **40**, 310-315 (2013).
33. HEATHER K., CHENG, D., CHOI, Y.H., VRIELING, K. and KLINKHAMER, P.G.L. Transgressive segregation of primary and secondary metabolites in F<sub>2</sub> hybrids between *Jacobaea aquatica* and *J. vulgaris*. *Metabolomics*, **8**, 211-219 (2012).
34. SOBRIZAL. Pemuliaan mutasi dalam peningkatan manfaat galur-galur terseleksi asal persilangan antar sub-spesies padi. *J. Ilmiah AI & R.*, **4**, 1 - 11 (2008).
35. SOBRIZAL. Perbaikan umur tanaman padi galur KI 432 melalui mutasi induksi. Prosiding Simposium dan Pameran Teknologi Aplikasi Isotop dan Radiasi, Jakarta 5 - 6 Agustus 2008, 165 - 168 (2008).
36. SOBRIZAL. Mutasi induksi untuk mereduksi tinggi tanaman padi galur KI 237. *J. Ilmiah AI & R.*, **4** (2), 99 - 108 (2008).
37. SOBRIZAL. A single recessive mutated gene (*sd<sup>237-1</sup>*) controlling semi-dwarf plant stature of rice. *J. Ilmiah AI & R.*, **5** (1), 22 - 30 (2009).
38. SOBRIZAL. Peningkatan produktivitas dan kualitas hasil tanaman padi melalui persilangan antar sub-spesies, Japonika/Indika. *Buletin Plasma nutfah.*, (submitted) (2016).
39. ISMACHIN, M. and SOBRIZAL. A significant contribution of mutation techniques to rice breeding in Indonesia. *Plant Mutation Report.*, **1** (1), 18-21 (2006).
40. Suara Manado. UNSRAT temukan varietas baru. (2011). <http://www.suaramanado.com/berita/manado/pendidikankesehatan/2011/12/3273/unsrat-temukan-padi-varietas-baru> (diunduh tanggal 2 Februari 2016).
41. Kompas. Tiga varietas baru padi. (2011). <http://sains.kompas.com/read/2011/12/15/02340172/Tiga.Varietas.Baru.Padi> (2 Februari 2016).

