

# PEMENDEKAN UMUR PADI ADAN-KRAYAN MENGGUNAKAN TEKNIK RADIASI SINAR GAMMA

Joko Prasetyono<sup>1\*</sup>, Sugiono Moeljopawiro<sup>1</sup>, Ety Pratiwi<sup>2</sup>, Selly Salma<sup>2</sup>, Syakhril<sup>3</sup>, dan Riyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian,  
Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor 16111

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114

<sup>3</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119

\*Penulis untuk korespondensi : jokoprasetyono@yahoo.com

## ABSTRAK

Salah satu plasma nutfah padi di wilayah Provinsi Kalimantan Timur adalah padi Adan, namun petani hanya bisa menanam satu kali dalam setahun karena umurnya yang relatif lama (6 bulan). Oleh karena itulah dilakukan penelitian untuk memperoleh galur-galur padi Adan yang berumur lebih genjah dibanding tetuanya tanpa mengurangi tekstur dan cita rasanya. Materi yang digunakan adalah padi (Adan) Kelabit yang ditanam oleh petani di Desa Krayan. Untuk mendapatkan efek mutasi benih padi diradiasi dengan sinar gamma pada dosis 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 Gy. Penyinaran dilakukan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta. Pertanaman di lapangan dilakukan di KP Muara, BB Padi di Bogor. Analisis molekuler dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler, BB-Biogen, Bogor. Seleksi individual pada tanaman M<sub>1</sub> telah diperoleh padi Adan yang berumur lebih pendek dibandingkan tetuanya. Mutasi sinar gamma telah berhasil memendekkan umur padi Adan dari 6 bulan menjadi 4 bulan. Pada tanaman M<sub>2</sub> galur-galur terpilih yang telah diseleksi sebelumnya menunjukkan kestabilan percepatan pembungaan, namun tanaman tersebut mengalami penurunan jumlah anakan dan kehampaan yang tinggi. Analisis molekuler menggunakan beberapa marka mikrosatelit menunjukkan beberapa lokus masih identik dengan lokus padi Adan. Diharapkan galur-galur baru yang berumur genjah tersebut akan memiliki tekstur dan cita rasa sama seperti induknya.

**Kata kunci:** Padi Adan, umur genjah, mutasi, sinar gamma.

## PENDAHULUAN

Salah satu kekayaan plasma nutfah padi di wilayah Provinsi Kalimantan Timur adalah padi lokal Adan yang telah terkenal sampai keluar negeri. Padi Adan yang memiliki cita rasa tinggi ini hanya bisa ditanam di Kecamatan Krayan sehingga sering disebut padi Adan Krayan. Beras Adan merupakan beras organik yang dihasilkan dari persawahan di dataran tinggi Kaltim yang bersuhu dingin. Beras 'Padi Adan' Krayan memang istimewa, menjadikan salah satu produk pertanian terbaik di Indonesia. Daya jualnya cukup tinggi. Bentuk butirannya halus memanjang, berwarna putih seperti kristal, beraroma, pulen dan rasanya lezat. Sayangnya, beras Krayan ini tergolong langka di pasaran Kaltim seperti di Samarinda, Balikpapan, Bontang, dan daerah lainnya. Itu disebabkan adanya keterbatasan publikasi, minimnya sarana komunikasi dan sulitnya transportasi dari dan ke Krayan yang hanya bisa ditembus melalui pesawat udara. Beras Adan merupakan konsumsi wajib bagi para pejabat dan masyarakat Brunei Darussalam. Bahkan Sultan Brunei Sultan Hassanal Bolkiah seringkali memesan secara khusus komoditas ini untuk konsumsi keluarga kerajaan (Kompas, 2011).

Pada kenyataannya, pengelolaan usaha tani padi Adan di daerah Krayan dipadukan dengan peternakan kerbau, pemeliharaan ikan di persawahan, dan pemanfaatan air bersih dari gunung untuk irigasi tradisional. Padi Adan merupakan padi kualitas satu yang hanya tumbuh di Kecamatan Krayan, Kabupaten Nunukan dan tidak dapat dibudidayakan pada daerah lain. Khusus di secara

teknis, dalam setahun masyarakat hanya menanam padi ini satu kali. Setelah panen, lahan dibiarkan menjadi tempat kerbau berkubang dan membuang kotoran. Pada bulan Juli sampai Agustus adalah musim tanam, lalu pemanenan dilakukan pada bulan Januari sampai Februari. Hutan yang alami dan belum rusak menjamin bahwa lahan dan air yang mengalir ke persawahan adalah air yang murni, jernih dan bebas bahan kimia. Mayoritas hutan daerah Kecamatan Krayan dan Krayan Selatan termasuk ke dalam Taman Nasional Krayan Mentarang, taman nasional pertama di Indonesia yang dikelola secara kolaboratif bersama masyarakat adat dengan pemerintah (Salam, 2011).

Untuk meningkatkan produksi padi Adan dapat dilakukan dengan memendekkan umur padi Adan, dan merubah metode budidaya di daerah tersebut dengan memanfaatkan mikroba-mikroba yang bermanfaat di daerah tersebut. Pemendekan umur padi Adan ini dimaksudkan agar petani bisa menanam sebanyak dua kali dalam setahun dengan tetap mempertahankan kualitas padi Adan. Sedangkan untuk mempertahankan kualitas tanah diperlukan mikroba-mikroba yang secara cepat bisa bereaksi dengan tanah dan menyediakan kondisi lingkungan yang sama persis ketika padi Adan ditanam di daerah tersebut. Pemendekan padi Adan dilakukan dengan jalur persilangan dan dengan mutasi menggunakan radiasi sinar gamma, sedangkan mikroba yang akan diaplikasikan merupakan mikroba-mikroba tanah Krayan yang diisolasi dari tanah asal Krayan dan dibuat menjadi seperti pupuk organik buatan.

Penggunaan mutasi sebagai salah satu alternatif mempertinggi keragaman genetik juga sudah biasa digunakan di dalam program pemuliaan. Mutasi yang bersifat acak yang akan memungkinkan terjadi perubahan susunan basa di dalam genom tanaman yang selanjutnya akan merubah ekspresi tanaman terhadap kondisi lingkungan di sekitarnya. Mutasi untuk memendekkan umur tanaman padi sudah menghasilkan beberapa varietas unggul, misalnya Atomita 1, Atomita 2, Atomita 3, Atomita 4, Cilosari, Meraoke, Woyla, Kahayan, Winongo, Diah Suci, Yuwono, Mayang, Mira-1, Bestari (padi-padi sawah) dan Situgintung (padi gogo) (Parmanto dan Effendi, 2009). Mutasi yang digunakan untuk merubah kadar protein, produktivitas, meningkatkan ketahanan terhadap hama penyakit juga bisa dilakukan (Mugiono dan Dwimahyani, 2008).

Penelitian yang dilaporkan di dalam makalah ini merupakan salah satu dari penelitian yang sedang dilakukan agar pertanaman padi Adan bisa dilakukan dua kali dalam setahun. Tujuan dari penelitian mutasi ini adalah untuk memendekkan umur padi Adan agar lebih cepat dibandingkan tetua padi Adan.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dan Laboratorium Biologi Molekuler Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor dan Kebun Percobaan Muara milik Balai Besar Penelitian Padi, Sukamandi. Perlakuan mutasi dilakukan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN), di Pasar Jumat Jakarta. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus 2010 s.d. Desember 2012.

Padi Adan yang digunakan adalah padi (Adan) Kelabit (Selanjutnya disebut padi Adan) yang merupakan varietas lokal yang masih ditanam di Kecamatan Krayan. Marka-marka yang digunakan adalah marka mikrosatelit yang tersebar di beberapa kromosom.

## Perlakuan Mutasi

Benih padi Adan sebanyak 500 butir untuk masing-masing perlakuan dimasukkan ke dalam kantong benih. Dosis radiasi sinar gamma yang digunakan adalah : 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 Gy. Seluruh benih dibawa ke BATAN (Badan Tenaga Atom Nasional), Pasar Jumat di Jakarta. Benih-benih yang telah diradiasi ini dinamakan benih  $M_0$  atau setara dengan benih  $F_1$ . Benih-benih tersebut kemudian ditanam di rumah kaca di BB-Biogen selama satu musim tanam. Benih-benih ditanam di ember. Pada pertanaman ini tidak dilakukan perlakuan apapun ataupun seleksi. Tanaman dipelihara sesuai dengan kebutuhan dan panen dilakukan per malai. Tiap malai dari satu rumpun diberi kode tersendiri. Benih-benih hasil pertanaman generasi pertama ini dinamakan benih-benih  $M_1$  atau setara dengan benih-benih  $F_2$ .

Pada pertanaman musim kedua dilakukan di lapangan (KP Muara di Bogor). Masing-masing nomor (dari satu malai) ditanam dalam petak tanam seluar  $1 \times 2 \text{ m}^2$ , ditanam berjajar urut sampai habis. Pemeliharaan tanaman  $M_1$  ( $F_2$ ) sesuai dengan kebutuhan. Seleksi dilakukan secara visual dibandingkan dengan standar padi Adan yang tidak diradiasi. Seleksi dilakukan per individu tanaman. Pada pertanaman tahap ini tidak dilakukan pengukuran tinggi tanaman dan komponen hasil. Tanaman yang terpilih selanjutnya dipanen tersendiri dan selanjutnya dilakukan pertanaman pada generasi  $M_2$  (setara dengan tanaman  $F_3$ ) untuk dilakukan seleksi lagi. Pertanaman menggunakan tanaman hasil seleksi di pertanaman  $M_1$ . Sebagian tanaman yang memiliki benih sedikit ditanam di rumah kaca di BB-Biogen di dalam ember.

## Analisis Molekuler

Analisis molekuler dilakukan pada tanaman  $F_2$  ( $M_1$ ). Satu tanaman yang paling genjah di antara yang lain diambil daunnya sebanyak dua tempat di dalam satu tanaman (dua sampel). Sebagai tanaman standard digunakan padi Adan dan Padi Nipponbare. Marka yang digunakan adalah marka-marka mikrosatelit yang diketahui polimorfik untuk padi Adan dan padi Nipponbare.

Daun dari tanaman terseleksi diisolasi DNANYa secara miniprep dengan mengacu pada metode Dellaporta yang dimodifikasi (Dellaporta *et al.*, 1983). Daun dimasukkan ke dalam tabung mikro berukuran 2 ml lalu dituang dengan nitrogen cair, kemudian dihaluskan dengan menggunakan sumpit. Serbuk daun ditambah larutan buffer ekstrak yang mengandung Na-disulfit (0.8 g 100/ml buffer ekstrak) ditambahkan dan dipanaskan dalam penangas air pada suhu  $65^\circ\text{C}$ , selama 15 menit. Tabung mikro dibolak-balik setiap 5 menit, kemudian ditambahkan Kloroformisoamilalkohol (Chisam) sebanyak 500  $\mu\text{l}$ . Tabung mikro kemudian digoyang dengan tangan atau mesin penggoyang dalam kondisi pelan selama 10-15 menit, kemudian disentrifugasi pada 12.000 rpm selama 15 menit. Supernatan DNA (larutan atas) dipindah ke dalam tabung plastik 2 ml yang baru dan ditambah dengan alkohol absolut (96%) sampai mencapai volume 2 ml. Tabung mikro diinkubasi selama 1 jam dalam freezer ( $-20^\circ\text{C}$ ), kemudian disentrifugasi pada 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang, dan DNA dikeringkan. DNA langsung dilarutkan ke dalam  $\text{d}_2\text{H}_2\text{O}$  dengan perbandingan 1 : 50 dan siap untuk dipakai dalam proses PCR.

Reaksi PCR dilakukan pada 20  $\mu\text{l}$  volume yang mengandung 1x buffer PCR (10 mM Tris-HCl (pH 8,3), 50 mM KCl, 1,5 mM  $\text{MgCl}_2$ , 0,01% Gelatin), 100  $\mu\text{M}$  dNTPs (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 0,5  $\mu\text{M}$  primer (F dan R), 1 : 10 DNA, dan 1 unit Taq DNA polimerase.

Program PCR yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 menit pada suhu 94°C untuk denaturasi permulaan, selanjutnya dilakukan 35 siklus yang terdiri atas 45 detik pada suhu 94°C untuk denaturasi, 45 detik pada suhu 55°C untuk penempelan primer, dan 90 detik pada suhu 72°C untuk perpanjangan primer. Perpanjangan primer terakhir selama 10 menit pada suhu 72°C. Hasil PCR kemudian dipisahkan menggunakan gel poliakrilamid 8% (*non denaturing gel*). Pewarnaan DNA dilakukan dengan Ethidium Bromida dan pita-pita DNA yang muncul didokumentasi dengan Gel Doc. Pita-pita yang dihasilkan oleh sampel tanaman dibandingkan dengan pita padi Adan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Padi Adan di Kecamatan Krayan merupakan sandaran ekonomi warga setempat. Namun sayang sekali umur tanaman yang mencapai 6 bulan (ditambah persiapan tanam dan pasca panen) menjadikan pertanaman hanya bisa dilakukan satu kali dalam satu tahun, selebihnya sawah dibiarkan terbuka dengan sisa-sisa jerami di dalamnya. Pembusukan jerami tersebut berlangsung secara alami dengan bantuan kerbau-kerbau yang dibiarkan terlepas di dalamnya. Ketersediaan air yang melimpah sebenarnya memungkinkan petani bisa menanam padi sepanjang tahun. Pemendekan umur melalui teknik mutasi ini diharapkan bisa menjadi terobosan di dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat setempat.

### Perlakuan Mutasi

Telah dilakukan penyinaran benih-benih padi Adan menggunakan lima dosis sinar gamma, yakni 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 Gy. Seluruh benih untuk perlakuan 50 s.d. 250 Gy (benih  $M_0$ ) dikecambahkan dan ditanam di dalam ember. Tabulasi jumlah tanaman yang berhasil tumbuh dapat dilihat di dalam Tabel 1.

Berdasarkan tabel tersebut terlihat tidak semua benih bisa tumbuh sempurna. Benih yang bisa tumbuh paling sedikit pada perlakuan 250 Gy, bahkan pada perlakuan tersebut tanaman yang tumbuh bisa membentuk malai tetapi tidak bisa menghasilkan bulir padi. Oleh karena itulah barangkali dosis maksimal untuk perlakuan mutasi pada benih padi Adan adalah sekitar 250 Gy.

Pada pertanaman  $M_1$  di lapangan dilakukan seleksi secara individual. Beberapa tanaman menunjukkan pemendekan umur yang lebih cepat dibandingkan tetua padi Adan. Beberapa tanaman menunjukkan umur berbunga sekitar 3-4 bulan setelah tanam, lebih cepat dibandingkan tetua padi Adan (Gambar 1A). Namun, walaupun memiliki umur berbunga lebih cepat tingkat kehampaannya masih tinggi. Satu tanaman terkadang hanya menghasilkan benih kurang dari 10 bulir. Oleh karena

**Tabel 2.** Tabulasi jumlah malai tanaman  $M_0$  padi Adan.

No	Perlakuan	Jumlah tanaman <sup>*)</sup>	Jumlah malai (= Jumlah nomor)
1	50 Gy	66	148 (66)
2	100 Gy	54	123 (54)
3	150 Gy	84	70 (38)
4	200 Gy	28	49 (28)
5	250 Gy	17	0
Jumlah			390

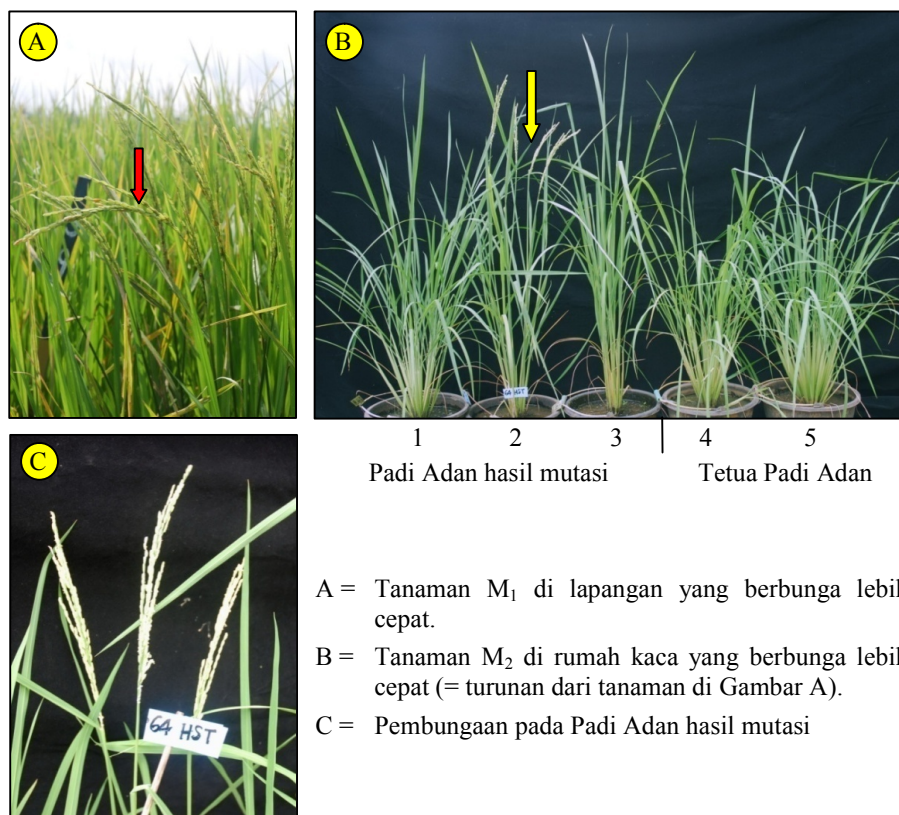
<sup>\*)</sup> Benih ditabur 500 butir dan tanaman yang bisa tumbuh sempurna dipindahkan ke dalam ember.

itulah individu-individu yang terpilih di lapangan kemudian diambil dan dipelihara di dalam rumah kaca agar didapatkan lagi benih-benih yang lebih banyak.

Hal ini menunjukkan perlakuan mutasi telah merubah basa-basa nitrogen sehingga membuat pembungaan lebih cepat. Individu terpilih yang di lapangan ketika ditanam di rumah kaca pada pertanaman berikutnya juga masih menunjukkan kestabilan percepatan pembungaan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Padi Adan dengan dosis 200 Gy telah memberikan hasil pemendekan umur berbunga sampai setengah umur. Pada umur 64 hari setelah tanam salah satu tanaman M<sub>2</sub> telah berbunga, sehingga diperkirakan akan panen pada umur 90-100 hari. Padi Adan di Kecamatan Krayan memiliki umur sekitar 6 bulan, bahkan ketika ditanam di Bogor umur padi Adan bisa lebih dari 6 bulan (sekitar 7-8 bulan). Seandainya umur padi Adan tersebut konsisten 4 bulan ketika ditanam di daerah aslinya, maka petani di Kecamatan Krayan (Kabupaten Nunukan) memiliki peluang menanam padi sebanyak dua kali dalam setahun dengan masa istirahat 1 bulan.

Mutasi yang terjadi telah menyebabkan gen-gen mengalami kerusakan dan salah satu pengaruh yang terjadi pada padi Adan ini adalah pemendekan umur. Namun, pemendekan umur ini diikuti dengan pengurangan jumlah anakan. Hal tersebut merupakan efek dari pemendekan umur terhadap produktivitas pada padi. Semakin pendek umur padi biasanya akan semakin sedikit anakan yang dimilikinya (Tasliyah *et al.*, 2011). Walaupun padi Adan berumur pendek memiliki jumlah anakan lebih sedikit, budidaya padi Adan di Kecamatan Krayan tidak menggunakan jarak tanam.



- A = Tanaman M<sub>1</sub> di lapangan yang berbunga lebih cepat.
- B = Tanaman M<sub>2</sub> di rumah kaca yang berbunga lebih cepat (= turunan dari tanaman di Gambar A).
- C = Pembungaan pada Padi Adan hasil mutasi

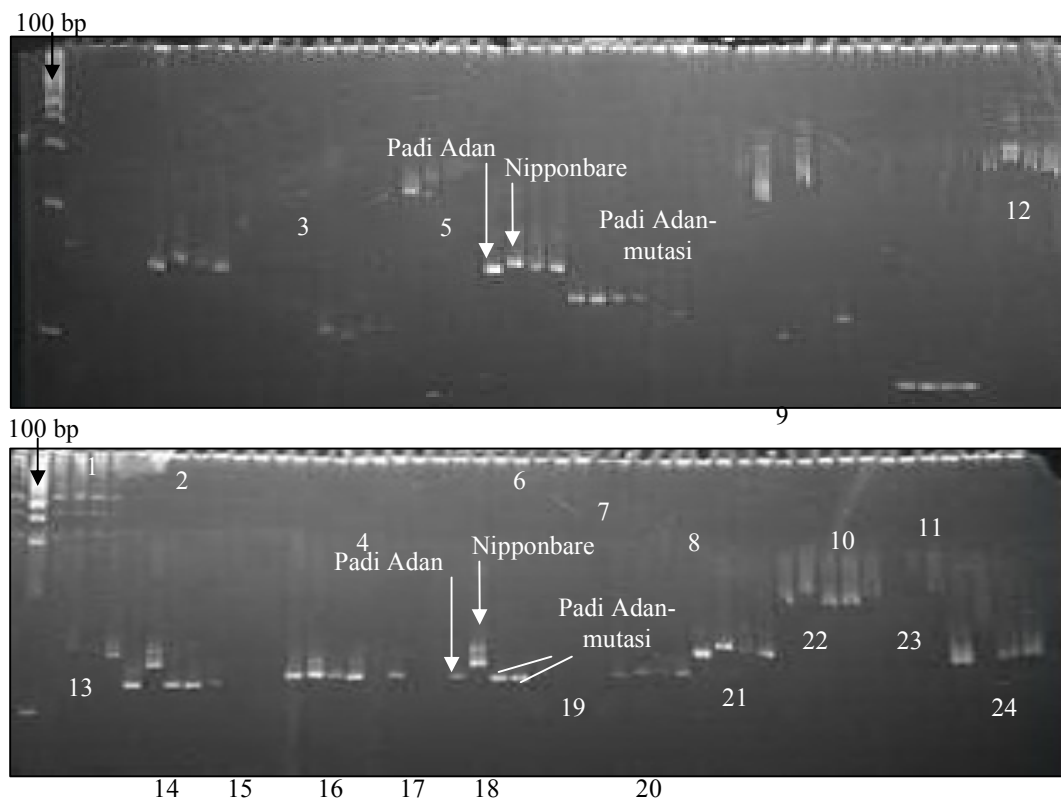
**Gambar 1.** Individu terpilih padi Adan hasil mutasi menggunakan sinar gamma dosis 200 Gy.

Petani biasanya mengecambahkan benih padi dengan cara memasukkan benih-benih ke dalam karung kemudian merendamnya 2-3 hari, kemudian benih ditebar ke lahan yang telah disiapkan. Petani tidak pernah membibitkan dulu walaupun ditanam di lahan sawah. Anakan yang sedikit bisa diatasi dengan menambah jumlah benih dari biasanya. Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal, dan proses seleksi akan diteruskan sampai generasi  $M_5$  untuk mendapatkan tanaman berumur genjah yang stabil (Shehzad *et al.*, 2011).

Lokus-lokus yang mengatur pembungaan pada padi yang telah diidentifikasi sampai saat ini (*Hd1-14*) (Fujino dan Sekiguchi, 2005, 2008, dan Nonoue *et al.*, 2008) mungkin telah terjadi mutasi akibat penyinaran tersebut, sehingga lebih sensitif ketika mendapat cahaya matahari. Perubahan ini diharapkan akan bersifat permanen sampai generasi lebih lanjut.

### Analisis Molekuler

Salah satu alat untuk mendeteksi keragaman genetik hasil mutasi adalah dengan menggunakan marka molekuler. Marka mikrosatelit digunakan dalam penelitian ini dikarenakan sederhana dan mudah diaplikasikan. Marka mikrosatelit adalah sekuen DNA sederhana yang berulang-ulang sehingga sering disebut juga dengan *simple sequence repeat* (SSR), sekarang menjadi salah satu marka yang paling banyak digunakan secara luas untuk pemetaan genetik, analisis keragaman



**Gambar 1.** Hasil amplifikasi mutan padi Adan berumur genjah dengan marka mikrosatelit (Angka di dalam kurung menunjukkan kromosom). 1. RM24(1) 7. RM71(2) 13. RM31(5) 19. RM310(8) 2. RM 128(1) 8. RM251(3) 14. RM1248(5) 20. RM216(10) 3. RM129(1) 9. RM1352(3) 15. RM1089(5) 21. RM331(8) 4. RM486(1) 10. RM135(3) 16. RM1187(5) 22. RM467(10) 5. RM582(1) 11. RM85(3) 17. RM13(5) 23. RM222(10) 6. OSR17(2) 12. RM496(10) 18. RM1237(5) 24. RM1375(10).

genetik, dan studi evolusi (Temnykh *et al.*, 2000). Marka mikrosatelit juga bisa digunakan untuk mendeteksi hasil mutasi padi (Shehzad *et al.*, 2011).

Berdasarkan analisis molekuler terlihat sebagian lokus masih menunjukkan kesamaan dengan lokus padi Adan (Gambar 2). Hal ini terlihat dari pita-pita padi Adan hasil mutasi yang posisinya sama persis dengan tetua padi Adan. Sampel padi Adan tersebut berasal dari satu tanaman (Tanaman M<sub>1</sub>) namun dari daun yang berbeda (Gambar 1A).

Berdasarkan gambar tersebut terlihat beberapa primer seperti RM 128, RM486, OSR17, RM496, RM1248, RM123, RM467, dan RM1375. Padi Adan hasil mutasi yang berumur pendek memiliki pita yang sama dengan tetua padi Adan. Hal ini menunjukkan untuk lokus-lokus tersebut tidak terjadi mutasi. Atau barangkali mutasi yang terjadi adalah mutasi titik, sehingga tidak bisa terdeteksi di dalam gel poliakrilamid. Walaupun gel poliakrilamid memiliki kemampuan memisahkan molekul DNA dengan perbedaan sampai ukuran 1 pasang basa (Sambrook *et al.*, 1989), namun kadangkala sulit untuk diamati secara visual. Marka mikrosatelit yang dipadukan dengan pewarnaan dan dideteksi dengan mesin pendeteksi dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan tersebut (Coburn *et al.*, 2002). Teknologi terkini untuk mendeteksi hasil mutasi adalah dengan menggunakan marka SNP. Marka ini bisa mendeteksi sampai ke mutasi titik, namun biayanya sangat mahal. Marka SNP memungkinkan untuk mengetahui perubahan satu basa, bisa mendeteksi 1 SNP tiap 12 pasang basa pada padi liar dan 1 SNP tiap 36-100 pasang basa pada padi budidaya (*Oryza sativa*) (Prasetyono, 2011).

## KESIMPULAN

1. Padi Adan hasil mutasi memiliki umur lebih genjah dibandingkan tetuanya.
2. Beberapa lokus padi Adan hasil mutasi menunjukkan kesamaan dengan tetua padi Adan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Dinas Pertanian, Provinsi Kalimantan Timur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Coburn, J.R., S.V. Temnykh, E.M. Paul, and S.R. McCouch. 2002. Design and application of microsatellite marker panels for semiautomated genotyping of rice (*Oryza sativa* L.) crop. *Crop Sci.* 49: 2092-2099.
- Dellaporta, S.L., J. Wood, and J.B. Hicks. 1983. A plant DNA miniprep: Version II. *Plant Mol. Biol. Rep.* 1:19-21.
- Fujino, K. and H. Sekiguchi. 2005. Mapping of QTLs conferring extremely early heading in rice (*Oryza sativa* L.). *Theor Appl. Genet.* 111:393-398
- Kompas. 2011. Produk Unggulan Negeri, padi Adan Terlezat di Lida. <http://ekonomi.kompasiana.com/agribisnis/2011/06/29/produk-unggulan-negeri-padi-adan-terlezat-dilidah/> [2 Januari 2012].
- Mugiono, and I. Dwimahyani. 2008. Perbaikan varietas padi dengan teknik mutasi di Indonesia. *Seminar Nasional Padi* : 139-151.
- Parmanto, E.M. and E. Effendi. 2009. Deskripsi Varietas Unggul Hasil Pemuliaan Mutasi (Padi, Kedelai, Kacang Hijau, Kapas). Pusat Dokumentasi Badan Tenaga Atom Nasional (PDBATAN). 22 hal.
- Prasetyono, J. 2011. Marka SNP: Marka molekuler masa depan. *Warta Biogen* 7(2):9-12.

- Salam, A. 2011. Pola Budidaya dan Pemasaran padi Adan. <http://adanorganikminds.blogspot.com/>. Diupload tanggal 12 Maret 2011 (Diunduh pada tanggal 2 Januari 2012).
- Sambrook, J., E.F. Fritsch, and T. Maniatis. 1989. Molecular cloning. A laboratory Manual Spring Harbor Laboratory Press.
- Shehzad, T., A. Allah, A.N.A. Allah, M.H. Ammar, and A.F. Abdelkhalik. 2011. Agronomic and molecular evaluation of induced mutant rice (*Oryza sativa* L.) lines in Egypt. Pak. J. Bot. 43(2):1183-119.