

## STUDI MUTASI KHLOROFIL DAN SEL GENETIK AWAL (SGA) PADA PADI (*Oryza sativa*)

Azri Kusuma Dewi, Arwin, Yulidar  
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

### ABSTRAK

**STUDI MUTASI KHLOROFIL DAN SEL GENETIK AWAL (SGA) PADA PADI (*Oryza sativa*).** Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari mutasi khlorofil akibat radiasi sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  dan pendugaan terhadap sel genetik awal pada padi varietas Atomita 4. Benih padi diiradiasi pada dosis 0,2 KGy. Benih kemudian ditanam sebagai generasi M1. Dengan melakukan penandaan pada cabang (anakan reproduktif) yang terbentuk yaitu cabang satu sampai lima, selanjutnya malai M1 dari masing-masing cabang ditanam sebagai generasi M2. Dilakukan pengamatan mutasi khlorofil pada generasi M2. Mutasi khlorofil yang tampak ada 10 macam yaitu albina, xantha, viridis, xanthaviridis, striata, marginata, alboviridis, dan tigrina. Frekuensi mutasi dan frekuensi mutan tertinggi terdapat pada malai pertama yaitu 18,27 % dan 21,3 %, sedangkan jumlah mutasi tertinggi terdapat pada albina yaitu 7,7 %. Dari jumlah mutasi khlorofil dapat ditentukan perimbangan segregasinya, sehingga dapat diduga jumlah sel genetik yang berperan efektif. Berdasarkan rasio segregasi mutan khlorofil di M2, jumlah GEC terduga pada padi adalah 12 pada cabang pertama dan semakin berkurang pada setiap cabang. Sedangkan rata-rata SGA yang termutasi untuk setiap malai adalah 1. Dari data ini menunjukkan bahwa SGA yang tinggi memungkinkan untuk timbulnya peluang frekuensi mutasi dan mutan yang tinggi juga.

### ABSTRACT

**STUDY ON CHLOROPHYL MUTATION AND GENETICALLY EFFECTIVE CELL OF RICE (*Oryza sativa*).** An experiment has been carried out to study chlorophyll mutation caused by gamma radiation from  $^{60}\text{Co}$  and estimation of the genetically effective cell (GEC) of rice. Seeds of Atomita 4 were irradiated with gamma rays at 0.2 KGy. Seeds were then planted as M1 generation. Panicle of each M1 plant was numbered according to its heading time. The first heading panicle was given number one, and so on until panicle number five. The M1 panicles were planted as panicles-row in M2 for chlorophyll mutation analysis. There were ten chlorophyll mutations observed such as albina, xantha, viridis, xanthaviridis, striata, marginata, alboviridis, dan tigrina. The highest mutation and mutant frequency was 18.27 % and 21.3 % on first panicle, while on high spectrum mutation was 7.7 % on albina type. From this observation segregation ratio could be determined, where the high GEC was 12 on first panicle and reduced for next panicle's, while average on mutation GEC for each panicle was one. Result indicate that high GEC will give an opportunity for chance of mutation and mutants frequency.

### PENDAHULUAN

Pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi adalah pemuliaan yang berbasis pada individual sel yang secara genetik, efektif dalam menentukan sifat keseluruhan suatu tanaman. Pada tanaman yang berserbuk sendiri, biasanya dibiakkan dengan biji. Biji terdiri atas ribuan dan mungkin jutaan sel, tetapi hanya ada beberapa sel yang secara genetik efektif (Genetically Effective Cell = GEC) berperan dalam penentuan sifat tanaman yang tumbuh dari biji tersebut atau disebut sel genetik awal (SGA). Semula ada istilah sel awal (initial cell), yakni sel awal dari pertumbuhan tanaman, tetapi kemudian istilah sel awal dipandang kurang sesuai dalam kegiatan

pemuliaan dengan teknik mutasi. Keberatan ini dapat dimengerti, karena ternyata tidak semua sel awal tersebut merupakan sel pembawa sifat tumbuhan/tanaman. Ada sel yang berfungsi hanya memanjang saja seperti sel-sel hipokotil pada tumbuhan dikotil. Oleh karena itu bagi pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi, yang penting diketahui adalah jumlah SGA bukan jumlah sel awal.

Pengetahuan tentang jumlah SGA itu diperlukan karena pemuliaan dengan teknik mutasi berlangsung pada individu SGA. Bila jumlah SGA besar (banyak), maka kemungkinan terjadi mutasi karena perlakuan dengan mutagen akan besar pula, hanya saja sektor mutasi juga besar. Sektor mutasi yang besar dapat berarti terjadi mutasi

pada beberapa SGA, sehingga diperlukan cara pemurniaan yang lebih lama dari pada bila sektor mutasinya kecil. Jadi bila jumlah SGA kecil kemungkinan terjadi mutasi pada satu SGA lebih besar sehingga akan lebih cepat dapat diperoleh mutan yang homogen.

Penelitian-penelitian mengenai pengembangan teknik mutasi mencapai puncaknya pada tahun 1970-an dengan terbitnya buku "Manual on Mutation Breeding" oleh IAEA (International Atomic Energy Agency) (1). Sejak tahun 1980 dengan berkembangnya bioteknologi, penelitian tentang metodologi pemuliaan dengan teknik mutasi mulai menurun.

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap kembali masalah metodologi dalam pemuliaan dengan teknik mutasi, terutama yang berkaitan dengan masalah penghitungan jumlah SGA. Mutasi khlorofil digunakan sebagai bahan untuk penghitungan jumlah SGA dan sekaligus untuk memprediksi cara yang efisien untuk mendapatkan mutan.

## TEORI

Biji yang mengandung sejumlah SGA ( $n$  SGA) bila diperlakukan dengan mutagen, misalnya sinar gamma, maka masing-masing SGA akan terkena sinar gamma. SGA, sebagaimana sel hidup lainnya, mempunyai bagian-bagian dari yang peka sampai yang tahan terhadap perlakuan dengan mutagen (target teori) (1). Akibat dari posisi masing-masing SGA pada waktu terkena sinar gamma, maka kemungkinan ada SGA yang terkena pada bagian yang peka sehingga SGA tersebut mati. Ada pula yang terkena pada bagian yang tahan sehingga SGA itu berkembang secara normal, atau ada yang terkena pada bagian yang agak tahan sehingga terjadi kerusakan, tetapi tidak mematikan. SGA ini kemungkinan besar mengalami mutasi. Jadi jika jumlah SGA tersebut ada tiga, maka satu SGA mati, satu SGA normal dan satu SGA termutasi.

Biji dengan jumlah SGA tiga dan terkena sinar gamma dengan akibat seperti itu, maka tanaman yang tumbuh dari biji tersebut akan berisikan sel normal dan sel termutasi. Pada tanaman tersebut terdapat dua sel yang secara genetik berbeda atau terjadi kimera pada seluruh bagian dari tanaman tersebut (2). Misalnya biji tersebut adalah gabah benih yang diiradiasi dengan sinar gamma, tanaman yang tumbuh dari gabah tersebut disebut tanaman generasi pertama atau lazim disebut tanaman M1. Bila tanaman M1 kimerik, maka malainya pun kimerik. Ini berarti bahwa pada malai M1 secara genetik tidak seluruhnya sama. Gabah yang berasal dari SGA normal, maka dia akan normal, sedang

gabah dari SGA termutasi genotipenya akan berubah dengan segregasi menurut hukum Mendel. Bila genotipe gen yang termutasi pada SGA termutasi adalah AA akan termutasi menjadi Aa, maka genotipe gabah yang terbentuk dari SGA tersebut adalah AA, Aa dan aa dengan perimbangan segregasi (segregation ratio)  $1 AA : 2 Aa : 1 aa$ . Fenotipe tanaman yang tumbuh (M2) dari gabah-gabah tersebut adalah 3 normal + 1 mutan (yang berasal dari SGA termutasi) dan 4 tanaman normal dari SGA yang tidak termutasi. Jadi perimbangan segregasi tanaman M2 yang berasal dari 2 SGA dengan 1 SGA termutasi adalah 7 tanaman normal dengan 1 tanaman mutan atau perimbangan segregasi tanaman mutan dengan seluruh tanaman M2 adalah  $1 : 8 = 0,125$  (3).

Mutasi khlorofil umumnya terjadi kearah resesif, oleh karena itu sangat sesuai untuk pendugaan SGA. Pola kimera pada malai M1 awalnya dikemukakan oleh Prof. Gaul (2) dan perimbangan segregasinya oleh Dr. Brock (4) untuk penghitungan jumlah kerabat tanaman M2.

Pada perimbangan segregasi  $0,125$  ( $1/8$ ), ada 2 kemungkinan jumlah GEC, yaitu 2 dengan 1 GEC termutasi atau 4 dengan 2 GEC termutasi. Bila terjadi hasil pengamatan demikian, maka ada 2 kemungkinan. Kemungkinan pertama : kedua mutannya berbeda, maka dipastikan bahwa jumlah GEC = 4 dan jumlah GEC termutasi = 2. Kemungkinan kedua : kedua mutannya sama, sebaiknya dianggap jumlah GEC = 2 dan 1 GEC termutasi. Penggunaan perimbangan segregasi untuk menghitung jumlah GEC hanya terbatas pada jumlah GEC yang hidup, sedang jumlah GEC yang mati karena perlakuan dengan mutagen tidak dapat dihitung.

Dengan menghitung perimbangan segregasi tanaman mutan M2 terhadap seluruh tanaman M2, tabel penghitungan jumlah kerabat tanaman M2 dari Dr Brock (4) dapat diubah untuk penghitungan jumlah SGA sebagaimana terlihat pada Tabel 4 (terlampir).

## BAHAN DAN METODA

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah padi varietas Atomita 4 yang diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis  $0,2$  KGy. Benih yang sudah diiradiasi kemudian ditanam di bak sawah kebun percobaan Pasar Jumat sebagai generasi M1. Malai dari setiap tanaman M1 diberi nomor sesuai waktu keluarnya malai. Nomor 1 diberikan pada malai yang pertama muncul, dan selanjutnya sampai malai ke 5. Malai tersebut dipanen secara individu dan dimasukkan dalam kantong terpisah untuk ditanam pada generasi M2 sebagai progeni malai. Penanaman M2 dilakukan secara *pedigree* dengan menanam seluruh

benih dari setiap malai M1. Pengamatan mutasi khlorofil dilakukan pada tanaman M2 umur 10 hari. Penghitungan jumlah mutan dan jumlah mutasi didasarkan pada fenotipe warna daun (khlorofil) tanaman M2 umur 10 hari dari satu malai M1. Bila ada satu macam mutan dalam satu galur malai M1, berarti ada satu mutasi. Kalau ada 2 macam mutan berarti ada 2 mutasi. Jumlah mutan dihitung berdasarkan jumlah tanaman mutan dalam satu galur malai M1 tanpa melihat macam mutasinya. Misalnya dalam satu galur malai M1 tumbuh 15 tanaman M2. Dari 15 tanaman M2 tersebut terdapat 3 tanaman albina dan 2 tanaman xantha, maka jumlah mutasi dalam galur tersebut adalah 2 dan jumlah mutannya adalah  $3 + 2 = 5$  mutan.

Penghitungan frekuensi mutasi dan frekuensi mutan dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{- Frekuensi mutasi} = \frac{\sum \text{mutasi}}{\sum \text{tanaman atau malai M1}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 1})$$

$$\text{- Frekuensi mutan} = \frac{\sum \text{tanaman mutan M2}}{\sum \text{seluruh tanaman M2}} \times 1000\% \quad (\text{Pers. 2})$$

$$\text{- Perimbangan segregasi} = \frac{\sum \text{tanaman mutan M2}}{\sum \text{tanaman M2 dari malai termutasi}} \quad (\text{Pers. 3})$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan mutasi khlorofil pada tanaman M2, terlihat spektrum mutasi yang cukup beragam dengan 10 macam bentuk mutasi, yaitu albina, xantha, viridis, xanthaviridis, striata, marginata, albaviridis dan tigrina. Hasil penghitungan jumlah mutan dari setiap malai tanaman padi varietas Atomita 4 ini dapat dilihat pada Tabel 1. dimana malai pertama memiliki jumlah mutan yang lebih banyak dibandingkan dengan malai ke 2, 3, 4 dan 5. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi akibat sinar gamma lebih banyak terjadi pada malai pertama dan diikuti oleh spektrum mutasinya yang lebih beragam. Dapat dilihat frekuensi mutasi per 100 malai M1 tertinggi terdapat pada malai pertama yaitu 18,27 % dan frekuensi mutasi terendah pada malai kelima yaitu 7,69 %. Pengamatan terhadap spektrum mutasi terlihat mutasi kearah albina mempunyai frekuensi yang lebih tinggi yaitu 7,7 % dan frekuensi mutannya 12,8 %. Tingginya mutasi ke arah albina ini berlaku pada semua malai. Kemudian diikuti oleh xantha dan viridis dengan frekuensi mutasi dan frekuensi mutannya masing - masing 3,52 % ; 3,9 % dan 3,42 % ; 3,6 % (Tabel 1 dan 2). Persentase dari frekuensi mutasi

dan mutan ini menurun sesuai dengan urutannya yaitu dari malai nomor 1-5.

Mutan-mutan khlorofil yang terlihat pada generasi M2 dapat disebabkan oleh mekanisme yang sama penyebab terjadinya bercak pada daun yaitu terjadinya penyimpangan pada kromosom dimana semakin tinggi dosis radiasi, maka semakin banyak terbentuknya bercak pada daun (5). Von wettstein *et al* (6) menyatakan bahwa beberapa tanaman untuk kategori mutan albina ada sekitar 100 gen yang dapat menghambat pembentukan khlorofil dalam kloroplas, sehingga mutasi pada setiap loci akan menyebabkan pengurangan pigmen dan menghasilkan tanaman albina. Menurut Gustafsson (7) mutan albina biasanya sudah terbentuk akibat perlakuan iradiasi dengan dosis rendah, sementara viridis dan xantha terbentuk akibat iradiasi dosis tinggi. Ini berarti mutasi ke arah viridis dan xantha lebih susah daripada ke arah albina. Oleh karena itu frekuensi mutasi/mutan albina lebih besar dari frekuensi mutasi/mutan viridis dan xantha.

Tingginya persentase mutan albina dibandingkan dengan persentase mutan khlorofil lainnya dapat dijelaskan dengan jumlah loci yang terlibat dalam sintesa khlorofil. Menurut Gustafsson (8) ada 125-150 loci yang bertanggung jawab terhadap tipe albina, 125 loci untuk viridis, 10-15 loci untuk xantha dan 15-20 loci untuk tipe lainnya. Loci yang lebih banyak memungkinkan terkena radiasi yang lebih besar.

Dari Tabel 1. dapat dilihat frekuensi mutasi yang lebih tinggi terdapat pada malai pertama, dimana jumlah SGA-nya juga besar. Hal ini dapat dimanfaatkan dalam pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi untuk tujuan mendapatkan variasi mutasi yang lebih besar, dengan sektor mutasinya juga besar. Dapat juga dengan menggunakan malai kelima dimana frekuensi mutasinya rendah namun sektor mutasi lebih kecil sehingga kemungkinan untuk mendapatkan mutan homogen akan lebih cepat.

Perbandingan segregasi dari mutan khlorofil dan tanaman M2 yang termutasi dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Perbandingan segregasi dari mutan tanaman M2 dapat diduga jumlah SGA yang berperan dalam pembentukan malai padi Atomita 4, yaitu berkisar antara 12 - 5. Terlihat pada malai pertama mempunyai jumlah SGA yang paling tinggi yaitu 12, sedangkan pada malai nomor 2, 3, 4 dan 5 jumlah sel genetik berperan efektifnya sudah mengalami penurunan. Pada malai nomor lima jumlah SGA-nya paling rendah yaitu 5. Sedangkan rata-rata jumlah SGA yang termutasi hampir sama pada setiap malai yaitu hanya 1 SGA.

Osone (3) telah melakukan penelitian secara sitologis mengenai banyaknya SGA pada embrio biji padi, dan ditemukan adanya beberapa

SGA yang berperan dalam pembentukan setiap malai tanaman padi. Pada beberapa spesies diduga jumlah SGA dalam embrio antara 2-10. Penelitian mengenai frekuensi mutasi pada malai padi dan pendugaan jumlah SGA juga sudah pernah dilakukan oleh Dr. Moch. Ismachin (9) dan Ita Dwimahyani (10).

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa makin banyak jumlah sel genetik berperan efektif, semakin besar peluang terjadinya mutan, meskipun rata-rata jumlah SGA yang termutasi disetiap nomor malai adalah 1. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan antara frekuensi mutasi dan SGA pada malai pertama dengan frekuensi mutasi dan SGA pada nomor malai yang lain.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pada data dan uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Frekuensi mutasi tertinggi pada padi terdapat pada malai pertama yaitu 18.27% dan frekuensi mutannya 21,3 ‰.
2. Persentase mutan albina pada mutasi khlorofil lebih tinggi dibandingkan dengan mutan khlorofil lainnya, yaitu 12.8 ‰.
3. Berdasarkan perbandingan segregasi mutan khlorofil dapat diperkirakan jumlah SGA dari tanaman padi
4. Jumlah SGA yang berperan dalam pembentukan malai padi rata-rata adalah 12 pada malai pertama dan menurun pada malai berikutnya. Sedangkan jumlah SGA yang termutasi pada setiap malai rata-rata adalah 1.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang tergabung dalam "tim padi" atas kerjasamanya dalam penelitian ini dan juga kepada Bapak Dr. Moch. Ismachin APU atas saran dan bimbingannya, hingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA. "Manual on mutation breeding, Second Edition (Technical Report Series No 119), IAEA. Vienna. 1977
2. GAUL, H. "Studies on duplontic selection after X-radiation of barley seeds", Effect of Ionizing Radiation on Seeds. Proc. Symp. Karlsruhe, 1960. IAEA. Vienna. 1961.117.
3. OSONE, K. "Studies on the development mechanism of mutated cells induced in irradiated rice seed". Japan J. Breed. 1963. 13 : 1-13.
4. BROCK, R.D. "Mutation plant breeding for seed protein improvement". Seed Protein Improvement in Cereals and Grain Legumes (Proc. Symp. Neuherberg, 1978). IAEA. Vienna (1979). 43.
5. EHRENBERG, L. "Chemical mutagenesis: biochemical and chemical point of view on mechanisms of action", Abh. Dt. Akad. Wiss. Berl. (Med)., Chemische Mutagenese. Erwin - Bauer - Gedachtnisvorlesungen I. 1960. pp. 36-124.
6. VON WETTSTEIN, D., KAHN, A., NIELSEN, O.F & GOUGH, S. "Genetic regulation of chlorophyll synthesis analyzed with mutants in barley". Science. 1974. 184, 800-2.
7. GUSTAFSSON, A. "Mutation experiment in barley". Hereditas 27. 1941. 225-42.
8. GUSTAFSSON, A. Proc. Symposium. Radiobiology, Liege. 1954. 282.
9. ISMACHIN, M. "Frekuensi mutasi pada malai-malai padi varietas *Early Cesarlot*". Majalah BATAN. Vol V. 1972. 4.
10. DWIMAHYANI, I dan SUYONO, G. "Pendugaan jumlah sel genetik yang berperan efektif pada pembentukan malai padi varietas Seratus Malam dan Cisadane". Simposium III Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN. Jakarta. 1986.

Tabel 1. Jumlah Spektrum Mutasi Klorofil pada Padi Varietas Atomita 4

Malai No.	Spektrum mutasi								Σ mutasi	Σ malai M1	Frek. mutasi / 100 tan M1 (%)	Frek. mutasi / 100 malai M1
	ΣAL	ΣX	ΣV	ΣXV	ΣS	ΣM	ΣAV	ΣT				
1	30	10	12	2	1	1	1	-	57	296	18,27	19,26
2	18	8	5	6	2	-	-	1	40	274	12,82	14,60
3	13	8	8	5	4	-	-	1	39	213	12,50	18,31
4	10	5	5	3	4	-	-	-	27	151	8,65	17,88
5	8	5	5	4	2	-	-	-	24	90	7,69	26,67
Total	79	36	36	20	13	1	1	2	187	1024	59,94	18,26
Frek. mutasi/ 100 malai M1	7,7 (%)	3,52 (%)	3,42 (%)	1,95 (%)	1,27 (%)	0,1 (%)	0,1 (%)	0,2 (%)				

Keterangan :

Jumlah tanaman M1 = 312

ΣAL = Jumlah mutasi albina

ΣX = Jumlah mutasi Xantha

ΣV = Jumlah mutasi Viridis

ΣXV = Jumlah mutasi Xantha Viridis

ΣS = Jumlah mutasi Striata

ΣM = Jumlah mutasi Marginata

ΣAV = Jumlah mutasi Albina Viridis

ΣT = Jumlah mutasi Tigrina

Tabel 2. Jumlah Mutan pada Mutasi Klorofil Padi Varietas Atomita 4

Malai No.	Jumlah Mutan								Jumlah Mutan	Jmlh M2 dr malai ter-mutasi	Frekuensi mutan /1000 tan. M2 (‰)
	ΣAL	ΣX	ΣV	ΣXV	ΣS	ΣM	ΣAV	ΣT			
1	89	17	17	6	1	5	15	-	150	7041	21,3
2	64	21	8	23	10	-	-	1	127	5082	25,0
3	38	18	20	12	5	-	-	1	94	4179	22,5
4	41	15	6	4	11	-	-	-	77	3024	25,5
5	36	10	25	7	2	-	-	-	80	1647	48,6
									528	20973	25,2
Total, Frek. Mutan (‰)	268 12,8	81 3,9	76 3,6	52 2,5	29 1,4	5 0,2	15 1	2 0,1			

Keterangan :

ΣAL = Jumlah mutan albina

ΣX = Jumlah mutan Xantha

ΣV = Jumlah mutan Viridis

ΣXV = Jumlah mutan Xantha Viridis

ΣS = Jumlah mutan Striata

ΣM = Jumlah mutan Marginata

ΣAV = Jumlah mutan Albina Viridis

ΣT = Jumlah mutan Tigrina

Tabel 3. Perkiraan jumlah Sel Genetik Awal (SGA) dari Malai yang Termutasi

Malai No.	Σ Mutan	Σ Tanaman M2	Rasio Segregasi	Rata-rata Σ SGA per-malai	Rata-rata Σ SGA Termutasi permalai
1	150	7041	0,021	12	1
2	127	5082	0,025	10	1
3	94	4179	0,023	11	1
4	72	3024	0,026	10	1
5	80	1647	0,049	5	1
<b>Rataan</b>				<b>10</b>	<b>1</b>

Tabel 4. Keterkaitan antara Jumlah SGA termutasi dan Rasio Segregasi dalam populasi M2

$\Sigma$ GEC	$\Sigma$ GEC mutan	Rasio Segregasi
1	1	0,250 (1/4)
2	1	0,125 (1/8)
3	1	0,083 (1/12)
3	2	0,0167 (2/12)
4	1	0,063 (1/16)
4	2	0,125 (2/16)
4	3	0,188 (3/16)
5	1	0,050 (1/20)
5	2	0,100 (2/20)
5	3	0,150 (3/20)
5	4	0,200 (4/20)
6	1	0,042 (1/24)
6	2	0,083 (2/24)
6	3	0,125 (3/24)
6	4	0,167 (4/24)
6	5	0,208 (5/24)
7	1	0,036 (1/28)
7	2	0,071 (2/28)
7	3	0,107 (3/28)
7	4	0,143 (4/28)
7	5	0,179 (5/28)
7	6	0,214 (6/28)
8	1	0,031 (1/32)
8	2	0,063 (2/32)
8	3	0,094 (3/32)
8	4	0,125 (4/32)
8	5	0,156 (5/32)
8	6	0,188 (6/32)
8	7	0,219 (7/32)
9	1	0,028 (1/36)
9	2	0,056 (2/36)
9	3	0,083 (3/36)
9	4	0,111 (4/36)
9	5	0,139 (5/36)
9	6	0,167 (6/36)
9	7	0,194 (7/36)
9	8	0,222 (8/36)
10	1	0,025 (1/40)
10	3	0,075 (3/40)
10	7	0,175 (7/40)
10	9	0,225 (9/40)
11	1	0,022 (1/44)
11	2	0,045 (2/44)
11	3	0,068 (3/44)
11	4	0,091 (4/44)
11	5	0,114 (5/44)
11	6	0,136 (6/44)
11	7	0,159 (7/44)
11	8	0,182 (8/44)
11	9	0,205 (9/44)
11	10	0,227 (10/44)
12	1	0,021 (1/48)

## DISKUSI

### BUDYATUTI

Mengapa terjadi penurunan SGA dari malai 1 ke malai yang ke 5 dan mengapa yang termutasi relatif sama yaitu  $\pm 1$  untuk tiap malai ?

### AZRI KUSUMA DEWI

- Terjadinya penurunan jumlah SGA dari malai ke 1 sampai ke 5 dapat disebabkan karena jumlah SGA yang terdapat pada biji sudah terdiferensiasi menjadi malai pertama yang muncul pertama kali sehingga jumlah SGA yang terdapat pada malai ke lima berkurang karena terakhir berdifrensiasi menjadi malai.
- Jumlah SGA yang termutasi merupakan rata-rata jumlah SGA termutasi permalai jadi angka perbandingan segregasinya dicari yang mendekati sehingga dapat rata-rata jumlah SGA termutasi adalah 1 permalai.

### AGUS DARMAWAN

Apakah dosis 20 krad dosis yang optimum untuk penelitian tersebut ? Bagaimana dengan dosis yang lain misalnya 30 krad ?

### AZRI KUSUMA DEWI

Penelitian pendahuluan pada padi telah dilakukan dengan dosis yang optimum, dan pada dosis 20 krad terpilih sebagai dosis yang optimum dimana peluang untuk mendapatkan variasi mutasi lebih tinggi dan daya tumbuh lebih baik.

### ISWARI

Dalam kultur jaringan cereal khususnya kultur anter (bunga jantan) padi sering dijumpai adanya mutan-mutan klorofil yang albina sebagai porsi terbesar (bisa 90% albina). Apakah di dalam proses tersebut juga ada pengaruh dari SGA ?

### AZRI KUSUMA DEWI

SGA terdapat pada semua tanaman yang berserbuk sendiri SGA tidak menyebabkan mutasi klorofil. Mutasi klorofil terjadi dapat disebabkan oleh penggunaan mutagen teknis atau fisik. Namun tanaman yang dibiakan dengan kultur jaringan dapat juga terjadi mutasi spontan karena pengaruh komponen media kultur.

### SYARIFAH

- Selain dengan studi mutasi dengan klorofil, karakter mutan apa lagi yang menurut Anda bisa digunakan untuk menghitung SGA ?
- Saya masih belum begitu mengerti mengapa sektor mutasi sel yang kecil justru makin besar peluangnya untuk menghasilkan mutan (atau penangkapan saya yang salah) mohon ditayangkan kembali trasparan sheet tentang hal tersebut ?

### AZRI KUSUMA DEWI

- Perhitungan atau pendugaan jumlah SGA lebih sesuai dengan berdasarkan pada mutasi klorofil karena mutasi ini umumnya terjadi ke arah resesif.
- Jumlah SGA yang kecil bila diradiasi maka frekuensi mutasinya juga kecil demikian juga sektor mutasinya. Namun hal ini akan memudahkan sebab perolehan untuk mendapatkan mutan homozigot akan lebih cepat sebab tidak memerlukan waktu seleksi yang lama.

### SIHONO

Dalam pengamatan spektrum ada berapa mutasi klorofil, dari spektrum mana yang menampakkan mutasi terbaik untuk tanaman selanjutnya. Sedangkan apabila dilihat dari persentase spektrum tanaman cabang pertama yang peluang mutasinya lebih tinggi ?

### AZRI KUSUMA DEWI

Dari hasil pengamatan spektrum mutasi terlihat frekuensi mutasi albina persentasenya lebih tinggi 18,27% namun mutan albina ini tidak dapat bertahan lama (mati) karena tidak adanya pigmen klorofil. Pada pengamatan lanjutan mutasi klorofil yang masih terlihat adalah pada xantana dan undis.

Malai pertama cenderung untuk mendapatkan mutan yang lebih tinggi karena jumlah rata-rata SGA-nya besar sehingga frekuensi mutasinya juga besar.

### BAKHTIAR

1. Saya kurang jelas mengenai pengertian sel genetik awal penentu kesuburan tanaman secara genetik mohon penjelasan kembali ?

2. Bagaimana cara kita memperkirakan SGA tersebut dan apakah SGA ada pada semua tanaman.

AZRI KUSUMA DEWI

1. SGA adalah sel genetik awal yang berperan efektif dalam menentukan sifat keseluruhan tanaman. Pada tanaman yang berserbuk sendiri biasanya dibiakan dengan biji dimana terdapat ribuan sel tetapi hanya ada beberapa sel yang secara genetik berperan dalam penentuan sifat tanaman yang tumbuh dari biji tersebut (SGA).
2. mutasi klorofil umumnya terjadi kearah rese-sif karenanya sesuai untuk pendugaan SGA. SGA umumnya ada pada semua tanaman.

SOBRIZAL

Dari uraian Anda, kalau saya tidak salah tangkap semakin banyak mutasi terjadi pada satu malai semakin banyak jumlah SGA. Bagaimana membedakan beberapa mutasi yang terjadi pada sel yang sama (satu sel) dengan sel yang berbeda ?

AZRI KUSUMA DEWI

- Dasarnya adalah apabila jumlah SGA besar dalam embrio biji dan bila diperlukan dengan mutagen maka kemungkinan frekuensi mutasinya akan besar begitu juga sebaliknya.
- Mutasi yang terjadi pada tanaman yang dibiakkan dengan biji terjadi pada sel genetik awal (SGA) dapat dilihat secara fenotipe dimana terjadinya segregasi mutan pada generasi M2-nya.