

VIABILITAS DAN MORFOLOGI SERBUK SARI TANAMAN WIJEN (*Sesamum indicum* L.) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

*Pollen Viability and Morphology of Sesame (*Sesamum indicum* L.) as a Result of Gamma Ray Irradiation*

JANIS DAMAIYANI¹, SRI ADIKADARSIH², DAN HERI PRABOWO³

1 Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

2 Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Balitbangtan, Kementerian Pertanian

3 Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Balitbangtan, Kementerian Pertanian

E-mail: j.damaiyani@gmail.com

Diterima: 08-11-2019 ; Direvisi: 05-06-2020 ; Disetujui: 23-07-2020

ABSTRAK

Serangan hama penyakit merupakan faktor pembatas dalam produksi wijen (*Sesamum indicum* L.). Upaya perakitan varietas unggul wijen yang tahan terhadap hama penyakit dapat menjadi solusi agar produktivitasnya meningkat. Untuk mendapatkan varietas unggul, dapat dilakukan melalui mutasi menggunakan iradiasi sinar gamma. Kendalanya adalah mutasi dapat memengaruhi viabilitas dan morfologi serbuk sari. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh dosis iradiasi sinar gamma terhadap viabilitas dan morfologi serbuk sari wijen. Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat serta Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI, dari bulan Januari hingga Mei 2019. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis varietas wijen (varietas Sumberrejo 1, Winas 1, dan Winas 2), sedangkan faktor kedua adalah dosis iradiasi sinar gamma (0, 100, 200, 300, 400, dan 600 Gy). Variabel yang diamati adalah viabilitas dan morfologi serbuk sari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma sampai dengan dosis 600 Gy tidak memengaruhi morfologi, tetapi memengaruhi viabilitas serbuk sari wijen. Viabilitas serbuk sari varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 hasil iradiasi dengan dosis 100-300 Gy tidak berubah dan tetap tinggi (>50%), tetapi pada dosis >300 Gy, viabilitas menurun hingga <50%. Pada Winas 2, viabilitas serbuk sari <10%, baik diiradiasi maupun tidak. Morfologi serbuk sari wijen varietas Sumberrejo 1, Winas 1 dan 2 memiliki karakter monad, isopolar, stephanoaperture, dengan ukuran unit yang bervariasi.

Kata kunci: iradiasi, sinar gamma, serbuk sari, wijen (*Sesamum indicum* L.)

ABSTRACT

Pest and disease attack is a limiting factor in the production of sesame (*Sesamum indicum* L.). Efforts to assemble superior sesame varieties that are resistant to pests and diseases can be a solution to increase productivity. To get superior varieties can be done through mutations using gamma-ray irradiation. The problem is the mutations can affect the viability and morphology of pollen. This research aimed to determine the effect of gamma-ray irradiation doses on the viability and morphology of sesame pollen. It was conducted at Indonesian Sweetener and Fiber Crops Research Institute and Research Center for Plant Conservation and Botanic Garden-LIPI, from January to May 2019. It was arranged in completely randomized design with two factors. The first factor was the type of sesame variety (Sumberrejo 1, Winas 1, and Winas 2), while the second factor was the dose of gamma-ray irradiation (0, 100, 200,

300, 400, and 600 Gy). The variables to be observed were the viability and morphology of pollen. The results showed that gamma-ray irradiation up to a dose of 600 Gy did not affect the morphology, but did affect the viability of sesame pollen. The viability of pollen Sumberrejo 1 and Winas 1 varieties irradiated at doses of 100-300 Gy did not change and remained high (>50%), but at doses >300 Gy, viability decreased up to <50%. In Winas 2, pollen viability <10%, irradiated or not. The morphology of sesame pollen varieties Sumberrejo 1, Winas 1 and 2 have the character of monad, isopolar, stephanoaperture, with various sizes of pollen units.

Keywords: irradiation, gamma ray, pollen, sesame (*Sesamum indicum* L.)

PENDAHULUAN

Wijen (*Sesamum indicum* L.) merupakan tanaman tahunan yang tergolong dalam famili Pedaliaceae (Islam et al. 2016). Tanaman yang mudah beradaptasi ini banyak dibudidayakan karena bijinya merupakan penghasil minyak nabati yang penting. Biji wijen mengandung 50% minyak yang digunakan dalam industri makanan, farmasi dan kimia (de Andrade et al. 2014; Amoo et al. 2017; Rani dan Kiranbabu 2017). Selain itu biji wijen juga kaya akan protein, asam lemak tidak jenuh, vitamin, mineral, dan asam folat, kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, mangan, tembaga, seng, serat, tiamin, vitamin B6, dan triptofan (Kapoor et al. 2015; Singh et al. 2016; Myint et al. 2020). Di negara-negara Asia, wijen dikenal sebagai makanan tradisional yang menyehatkan selama ribuan tahun. Biji wijen merupakan sumber antioksidan yang baik (Bedigian 2010; Das dan Bhattacharjee 2015; Myint et al. 2020).

Wijen menjadi alternatif tanaman budidaya di lahan kering. Pengembangan tanaman ini di lahan kering menunjukkan hasil yang memuaskan, performa tanaman yang mampu hidup di daerah dengan curah

hujan rendah menjadikan jenis ini menjadi alternatif pilihan komoditas tanaman perkebunan untuk dikembangkan di lahan kering. Kendala dalam budidaya wijen adalah adanya serangan hama dan penyakit yang dapat menurunkan produktivitasnya (Kapoor et al. 2015). Hama dan penyakit pada wijen menjadi pembatas untuk pengembangan tanaman tersebut. Keberadaannya menyebabkan penurunan yang signifikan bahkan pada serangan berat dapat menyebabkan tanaman mati (Mortazavian dan Kohpayegani 2010; Narayanasamy 2010). Produksi wijen di Indonesia sejak tahun 1987 menurun sangat drastis. Perubahan iklim global, serangan hama penyakit, dan tidak adanya varietas baru berdaya hasil tinggi menjadi salah satu faktor penyebabnya. Oleh karena itu, program pemuliaan wijen saat ini diarahkan untuk merakit varietas unggul komersial yang berdaya hasil tinggi serta tahan terhadap serangan hama dan penyakit.

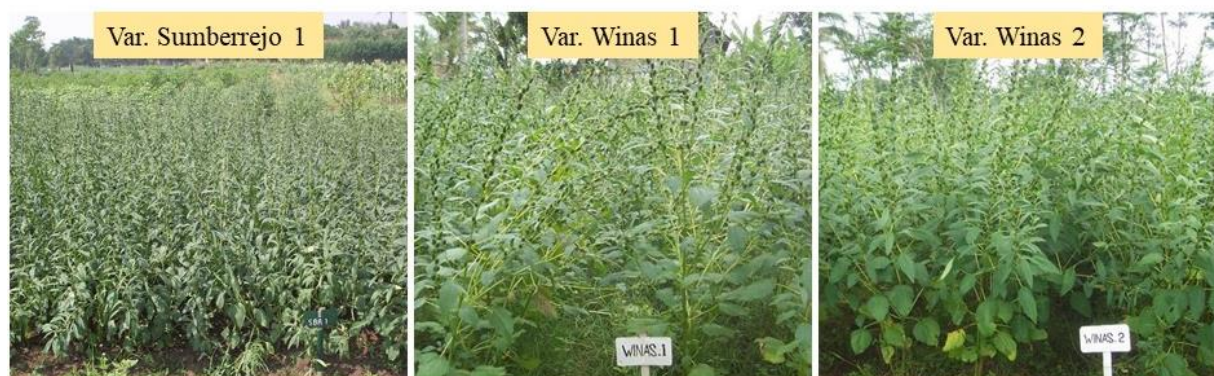
Perakitan varietas wijen dapat dilakukan melalui mutasi fisik dengan menggunakan sinar X, Gamma, dan neutrons (Zhang et al. 2019). Dari beberapa teknik mutasi buatan ini, mutasi dengan menggunakan sinar gamma terbukti dapat menghasilkan varietas wijen unggul. Beberapa negara telah sukses dalam program pemuliaan wijen menggunakan teknik ini. Di Indonesia, pemuliaan menggunakan teknik ini telah berkembang dan menghasilkan varietas unggul baru seperti varietas unggul padi, kedelai, sorgum, kacang hijau, gandum dan kapas (Arwin et al. 2012). Sinar gamma dapat secara langsung menembus jaringan tanaman, memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan melalui perubahan secara biokimiawi, fisik dan morfogenetik pada sel maupun jaringan (Ramadoss et al. 2014; Anbarasan et al. 2015).

Beberapa studi menunjukkan bahwa pada dosis rendah, sinar gamma dapat memengaruhi aktifitas sel tanaman secara fisiologi, memperbaiki tingkat perkecambahan dan pertumbuhan, meningkatkan resistensi stres, aktivitas enzim, bahkan juga dapat meningkatkan hasil panen (Khater et al. 2016; Hanafy dan Akladious 2018). Selain itu, sinar gamma juga dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan dalam budidaya tanaman seperti serangan hama penyakit (Hanafy dan Akladious 2018).

Salah satu parameter keberhasilan penggunaan radiasi dalam perakitan varietas baru adalah viabilitas serbuk sari tanaman. Mutasi buatan memiliki dampak negatif dapat menimbulkan perubahan genetik serbuk sari baik ke arah positif maupun negatif, dan dapat diwariskan pada generasi berikutnya. Ketersediaan serbuk sari dengan viabilitas yang tinggi menjadi salah satu faktor penentu kesuksesan polinasi yang merupakan kunci dalam budidaya atau persilangan tanaman (Widiastuti dan Palupi 2008). Oleh karena itu, evaluasi terhadap serbuk sari dalam perakitan varietas wijen penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas dan morfologi serbuk sari tanaman wijen hasil iradiasi dengan sinar gamma (CO_{60}).

BAHAN DAN METODE

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wijen yang terdiri dari 3 varietas yaitu Sumberrejo 1, Winas 1, dan Winas 2 (Gambar 1). Identitas dari ketiga varietas tersebut sebagai berikut (Tabel 1).



Gambar 1. Varietas wijen yang digunakan sebagai material tanaman dalam penelitian (Balittas 2019a; Balittas 2019b).

Figure 1. Sesame varieties used as plant material in the study (ISFCRI 2019a; ISFCRI 2019b)

Tabel 1 Data identitas wijen var. Sumberrejo 1, var. Winas 1, dan var. Winas 2 (BPATP 2019)

Table 1 Sesame identity data Sumberrejo 1 varieties, Winas 1 varieties, and Winas 2 varieties (IATT 2019)

Nama varietas/ <i>Variety name</i>	Keterangan / <i>Information</i>
Sumberrejo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar minyak 55-59% DB (<i>dry base</i>) • Ketahanan terhadap <i>Phytophthora</i> sp : agak tahan; Ketahanan terhadap <i>Phythium</i> : agak tahan • Ketahanan terhadap hama tungau : tahan • Varietas ini sesuai dikembangkan di lahan kering di Jawa Timur, Jawa Tengah, Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi Selatan
Winas 1	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar minyak 50,88% DB (<i>dry base</i>) • Ketahanan terhadap hama <i>P. latus</i> : rentan • Ketahanan terhadap penyakit <i>Phytophthora</i> sp : rentan • Hasil persilangan Sbr 1 x SI 22 (Ngawi-8)
Winas 2	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar minyak 48,82% DB (<i>dry base</i>) • Ketahanan terhadap hama <i>P. latus</i> : moderat tahan • Ketahanan terhadap penyakit <i>Phytophthora</i> sp : moderat tahan • Hasil persilangan Sbr-1 x SI-26 (Pitu)

Percobaan ini dilakukan melalui 4 tahapan yaitu:

1. Proses iradiasi

Proses iradiasi terhadap biji ketiga varietas wijen dilakukan di Laboratorium Pengujian Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional pada bulan Januari 2019. Penyinaran biji dengan menggunakan sinar gamma dilakukan selama 1 jam. Dosis yang digunakan yaitu 200, 300, 400, 600, dan 0 Gy sebagai kontrol. Rancangan percobaan iradiasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan acak kelompok 2 faktor. Faktor pertama adalah varietas wijen, sedangkan faktor kedua adalah dosis radiasi sinar gamma.

2. Penanaman biji hasil iradiasi

Biji yang telah diiradiasi selanjutnya ditanam di stasiun percobaan di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Proses ini dilakukan dari bulan Januari hingga Mei 2019. Setelah tanaman menghasilkan bunga, selanjutnya bunga dipanen untuk diobservasi serbuk sarinya.

3. Observasi pengaruh iradiasi terhadap viabilitas serbuk sari

Evaluasi terhadap viabilitas serbuk sari dilakukan di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI dengan menggunakan tes pewarnaan. Pewarna yang digunakan yaitu TTC (2,3,5 Triphenyl tetrazolium chloride) 1%. Uji viabilitas serbuk sari dengan penggunaan TTC 1% telah banyak diujicobakan pada berbagai spesies tumbuhan (Damaiyani dan Metusala 2011; Demir et al. 2015; Soares et al. 2016; Rathod et al. 2018; Damaiyani dan Hapsari 2018). Serbuk sari yang

digunakan untuk uji viabilitas adalah serbuk sari segar yang diambil dari bunga yang telah memasuki periode antesis. Serbuk sari dikoleksi dan dipisahkan dari kepala sari, kemudian diletakkan dalam gelas preparat. Selanjutnya ditetesi dengan menggunakan TTC 1%. Setelah 1 jam, dilakukan pengamatan di bawah mikroskop Olympus CX31. Serbuk sari yang berwarna merah menunjukkan fertil/viabel, dan yang transparan menunjukkan steril. Persentase viabilitas dihitung melalui pengamatan pada 10 bidang pandang secara acak. Persentase viabilitas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase viabilitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah serbuk sari yang terwarnai (fertil/viabel)}}{\text{Total jumlah serbuk sari}} \times 100 \%$$

Selanjutnya nilai persentase viabilitas serbuk sari tersebut dianalisa dengan menggunakan *analysis of variance* (Anova) dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata $\alpha = 0,05$.

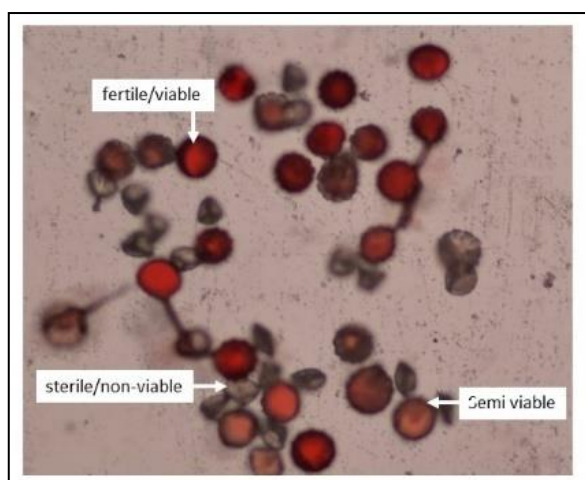
4. Observasi pengaruh iradiasi terhadap morfologi serbuk sari

Analisis terhadap morfologi serbuk sari dilakukan secara deskriptif dengan mengacu pada beberapa referensi palinologi spesies *Sesamum* (Shubharani et al. 2013; Zhigila et al. 2014; Akhila dan Beevy 2015). Parameter yang diamati meliputi panjang aksis polar (P), diameter bidang equatorial (E), indeks P/E, dan volume serbuk sari. Volume serbuk sari dihitung mengikuti Yaqoob dan Nawchoo (2016) dan Fernández et al. (2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas serbuk sari wijen hasil iradiasi

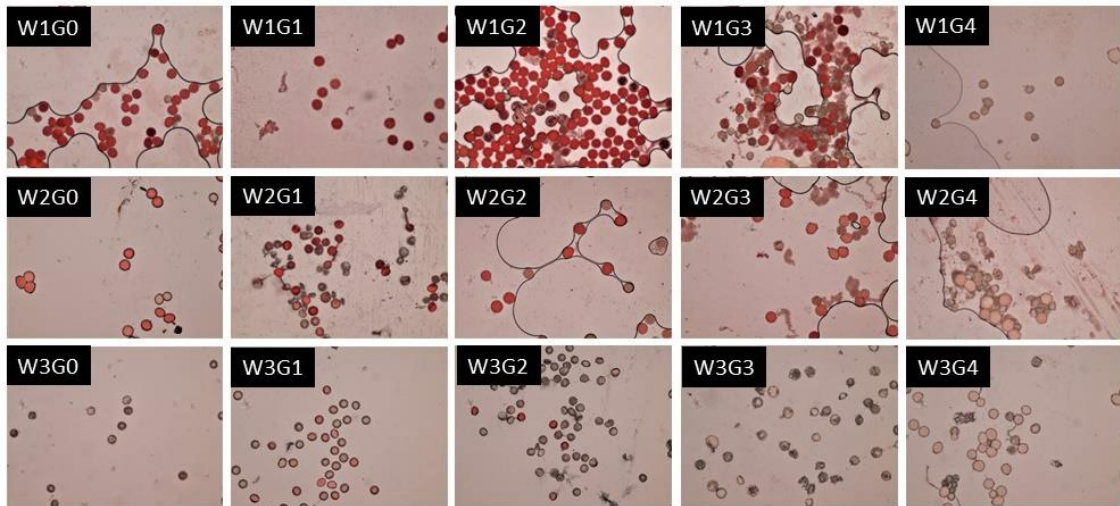
Uji viabilitas dengan menggunakan TTC 1% pada serbuk sari wijen hasil iradiasi terlihat pada Gambar 2 dan 3. TTC 1% mewarnai serbuk sari yang fertil. Hal ini ditunjukkan dengan adanya warna merah pada serbuk sari, sedangkan serbuk sari yang steril tidak bereaksi dengan TTC sehingga tampak transparan (Gambar 2). Pewarnaan menggunakan TTC didasarkan pada reduksi garam tetrazolium terlarut menjadi substansi tidak terlarut berwarna kemerahan yang disebut sebagai *formazan*. Perubahan warna tersebut mengindikasikan keberadaan enzim *dehydrogenase* yang aktif pada serbuk sari yang fertil (Soares et al. 2013; Rathod et al. 2018). Untuk mengetahui viabilitas serbuk sari, pewarnaan dengan menggunakan TTC dipandang lebih efisien karena metode ini cepat dan mudah (Sulusognu dan Cavusoglu 2014, Soares et al. 2016). Pewarnaan dengan menggunakan TTC pada serbuk sari tanaman mutan hasil iradiasi dengan menggunakan sinar gamma juga telah dilakukan pada beberapa spesies tanaman diantaranya pada tomat (*Lycopersicon esculentum*) (Akhtar 2014) dan lemon (*Citrus limon* (L.) Burm f.) (Demir et al. 2015).



Gambar 2. Serbuk sari wijen yang diuji dengan menggunakan TTC 1%: fertil (serbuk sari berwarna merah), semi fertil (serbuk sari berwarna merah muda), steril (serbuk sari transparan atau tidak berwarna)

Figure 2. Sesame pollen tested using 1% TTC: fertil (red pollen), semi-fertil (pink pollen), sterile (transparent or colorless pollen).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya variasi persentase viabilitas serbuk sari fertil pada ketiga varietas wijen yang diiradiasi. Dari hasil pengamatan, terlihat serbuk sari varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 bereaksi terhadap pewarna TTC lebih banyak dibandingkan serbuk sari varietas Winas 2, dan warnanya lebih merah (Gambar 3). Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, wijen varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 memiliki jumlah serbuk sari fertil dengan persentase viabilitas yang tinggi (>50%), berturut turut sebesar 79,96 dan 69,72%. Dalam penelitian ini, perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 200 dan 300 Gy pada varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 mengalami kenaikan persentase viabilitas serbuk sari. Pada varietas Sumberrejo 1, persentase peningkatan viabilitas serbuk sari pada dosis 200 dan 300 Gy, berturut turut naik menjadi 92,92 dan 85,79%. Sementara pada varietas Winas 1, untuk dosis 200 Gy, persentase viabilitas meningkat menjadi 76,22% dan menurun menjadi 58,02% pada dosis 300 Gy. Meskipun terjadi kenaikan dan penurunan viabilitas pada perlakuan dengan dosis 200 dan 300 Gy, namun setelah dilakukan uji anova hasilnya menunjukkan tidak berbeda nyata dengan serbuk sari yang tidak diiradiasi atau kontrol (Tabel 2). Pada dosis yang lebih tinggi (400 dan 600 Gy), persentase viabilitas serbuk sari pada kedua varietas tersebut tampak semakin menurun dengan persentase rendah (<50%). Pada varietas Sumberrejo 1 dosis 600 Gy bahkan tidak ditemukan adanya serbuk sari fertil (persentase viabilitas 0%). Berbeda dengan kedua varietas tersebut, varietas Winas 2 memiliki persentase viabilitas serbuk sari yang rendah. Dari hasil pengamatan, banyak serbuk sari pada varietas Winas 2 tidak bereaksi terhadap pewarna TTC dengan ditunjukkan adanya warna transparan pada serbuk sari (Gambar 3). Pada varietas ini, persentase viabilitasnya <10% (Tabel 2). Rendahnya viabilitas serbuk sari dapat terjadi karena adanya inaktivasi gen tertentu sehingga mengganggu genetik dan keseimbangan fisiologis, serta menyebabkan perubahan struktur kromosom (Gaul 1977). Penurunan viabilitas serbuk sari tanaman setelah diiradiasi juga terjadi pada penelitian Gowthami et al. (2016), yaitu pada *Oryza sativa*.



Gambar 3. Pewarnaan TTC 1% pada serbuk sari 3 varietas wijen (Sumberrejo 1 (W₁); Winas 1 (W₂); Winas 2 (W₃)) hasil iradiasi sinar gamma dosis 0 (G₀), 200 (G₁), 300 (G₂), 400 (G₃), dan 600 Gy (G₄)
 Figure 3: TTC 1% staining on pollen of 3 sesame varieties (Sumberrejo 1 (W₁); Winas 1 (W₂); Winas 2 (W₃)) gamma ray irradiation results of 0 (G₀), 200(G₁), 300(G₂), 400(G₃) and 600 Gy (G₄)

Tabel 2. Persentase viabilitas serbuk sari wijen var. Sumberrejo 1, var. Winas 1, dan var. Winas 2
 Table 2. Percentage of viability of sesame pollen of Sumberrejo 1 varieties, Winas 1 varieties, and Winas 2 varieties

Varietas wijen/ <i>Sesamum</i> variety	Dosis iradiasi (Gy) / Irradiated dose (Gy)	Persentase viabilitas (%) / Viability percentage (%)
Sumberrejo 1	0	79,96 abc
	200	92,92 a
	300	85,79 ab
	400	37,76 f
	600	0,00 g
Winas 1	0	69,67 dc
	200	87,73 bc
	300	81,83 ed
	400	86,96 ef
	600	0 g
Winas 2	0	1,16 g
	200	4,54 g
	300	1,18 g
	400	0,00 g
	600	0,00 g

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf nyata 0,05.

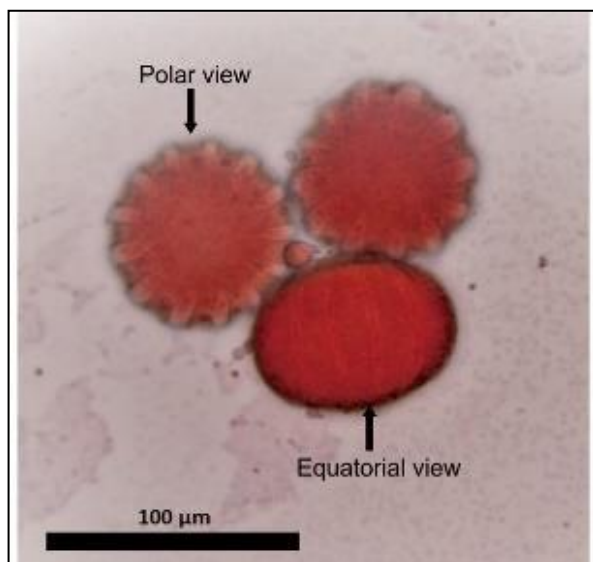
Note: numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different in the DMRT test of 0.05 significance level.

Morfologi serbuk sari wijen hasil iradiasi

Iradiasi sinar gamma merupakan salah satu mutagen fisik utama yang sering digunakan dalam studi mutasi tanaman. Selain dapat menurunkan indeks mitosis dan meningkatkan jumlah mikronukleus,

mutagen juga dapat menyebabkan abnormalitas pada serbuk sari (Savaskan 2002). Berdasarkan hasil pengamatan, dispersal unit dari serbuk sari wijen fertil baik yang diiradiasi maupun tidak (kontrol) pada penelitian ini yaitu monad, isopolar, dan stephanoaperture, sedangkan yang menjadi pembeda

pada ketiga varietas yaitu pada variasi ukuran butir serbuk sari (Gambar 4, Tabel 3). Monad yaitu dispersal unit dari serbuk sari yang terdiri dari 1 buah butir serbuk sari. Isopolar berarti serbuk sari wijen memiliki sisi proximal dan distal yang sama atau simetri. Stephanoaperture yaitu serbuk sari yang memiliki apertura (tempat keluarnya buluh serbuk sari) lebih dari tiga dan terletak di equator (Halbritter et al. 2018).



Gambar 4. Dispersal unit dari serbuk sari wijen: monad, isopolar, stephanoaperture

Figure 4. Dispersal units of sesame pollen: monad, isopolar, stephanoaperture.

Variasi ukuran butir serbuk sari baik pada wijen yang diiradiasi maupun tidak (kontrol) menyebabkan variasi bentuk dari masing-masing butir serbuk sari. Pada umumnya bentuk serbuk sari pada penelitian ini berkisar antara oblate hingga subspheroidal. Oblate yaitu bentuk serbuk sari dimana perbandingan antara panjang diameter polar dan diameter equatorial (indeks P/E) berkisar antara 0,50 - 0,75, sedangkan subspheroidal yaitu bentuk serbuk sari dimana perbandingan antara panjang diameter polar dan diameter equatorial berkisar antara 0,75-1,33. Pada varietas Sumberrejo 1 dan Winas 2, bentuk dari serbuk sari sampel tanaman yang tidak diiradiasi (0 Gy) adalah oblate – subspheroidal dengan rasio P (panjang aksis polar) : E (panjang aksis equatorial) = 0,69-0,78 (Sumberrejo 1) dan 0,58-0,76 (Winas 2). Dilihat dari panjang aksis polar dan panjang aksis equatorial, serbuk sari wijen varietas Sumberrejo 1 tampak berukuran lebih besar dibandingkan dengan varietas Winas 2. Pada varietas Sumberrejo 1, ukuran serbuk sari fertil berkisar antara 45,75-53,29 μm (P) x 66,50-68,59 μm (E) (Tabel 3). Sementara pada varietas

Winas 2, ukuran serbuk sari fertil berkisar antara 32,52-43,08 μm (P) x 56,49-56,92 μm (E). Pada penelitian ini, bentuk yang berbeda dijumpai pada sampel wijen varietas Winas 1. Serbuk sari fertil yang tidak diiradiasi pada sampel tersebut memiliki bentuk subspheroidal dengan indeks P/E = 0,80. Pada varietas Winas 1, ukuran serbuk sari fertil berkisar antara 59,52-66,78 μm (P) x 70,75-85,77 μm (E). Panjang aksis equatorial yang cukup tinggi nilainya pada varietas ini menyebabkan kenampakan serbuk sari varietas Winas 1 terlihat lebih pipih dibandingkan dengan serbuk sari varietas Sumberrejo 1 dan Winas 2.

Adanya perlakuan iradiasi dengan menggunakan sinar gamma pada penelitian ini tidak menyebabkan perubahan bentuk beberapa sampel serbuk sari (Tabel 3). Untuk varietas Sumberrejo 1, bentuk serbuk sari wijen yang diiradiasi masih dalam kisaran oblate hingga subspheroidal. Untuk varietas Winas 1, bentuk serbuk sari wijen yang diiradiasi tetap subspheroidal. Sedikit berbeda dengan kedua varietas tersebut, pada serbuk sari varietas Winas 2, serbuk sari tanaman yang diiradiasi lebih didominasi dengan bentuk subspheroidal.

Pada penelitian ini, serbuk sari yang besar belum tentu viabilitasnya tinggi (Tabel 2 dan 3). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Savaskan (2002) yang menggunakan iradiasi sinar gamma dengan dosis tinggi (>400 Gy) pada kapas (*Gossypium hirsutum* L.) sehingga menyebabkan peningkatan ukuran butir serbuk sari yang selanjutnya berpengaruh terhadap peningkatan sterilitas serbuk sari atau kematian tanaman. Senada dengan pernyataan tersebut, hasil penelitian Barabe'et al. (2008) pada spesies *Montrichardia arborescens* juga menunjukkan hasil yang serupa. Serbuk sari yang volumenya besar justru viabilitasnya rendah. Dengan demikian, viabilitas serbuk sari tidak bergantung dengan besarnya volume butir serbuk sari melainkan dipengaruhi oleh faktor sitologi serbuk sari itu sendiri. Selain itu, faktor lingkungan seperti kelembapan dan temperatur juga memengaruhi viabilitas serbuk sari.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap viabilitas dan morfologi serbuk sari pada penelitian ini, setiap varietas wijen memberikan respon yang berbeda terhadap iradiasi sinar gamma. Dari ketiga varietas wijen yang digunakan dalam penelitian ini, varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 menunjukkan toleransi terhadap iradiasi sinar gamma pada tingkat dosis yang relatif rendah (100-300 Gy). Penyinaran pada dosis tersebut tidak banyak berpengaruh terhadap morfologi serbuk sari dan viabilitas serbuk sari masih tinggi.

Tabel 3. Karakter morfologi serbuk sari pada wijen hasil iradiasi
 Table 3. Morphological characters of pollen on irradiated sesame

Dosisradiasi (Gy)/ Dose radiation (Gy)	Unit/ Unit	Polaritas/ Polarity	Apertura/ Apertura	Diameter polar/ P (µm)/ Polar diameter / P (µm)	Rata-rata P (µm)/ Average P (µm)	Diameter equatorial/ E(µm)/ Equatorial diameter / E(µm)	Rata-rata E (µm)/ Average E (µm)	Indeks P/E / P / E index	Volume(µm ³) / Volume (µm ³)	Bentuk serbuk sari/ Pollen form
varietas Sumberrejo 1/ <i>Sumberrejo 1 varieties</i>										
0	monad	isopolar	stephanoaperture	45,75 – 53,29	50,08	66,50 – 68,59	67,45	0,69 – 0,78	119230,67	oblate - subspheroidal
200	monad	isopolar	stephanoaperture	44,43 – 58,73	51,90	68,36 – 78,99	72,09	0,65 – 0,77	141130,14	oblate - subspheroidal
300	monad	isopolar	stephanoaperture	54,93 – 59,24	56,62	74,49 – 80,67	76,60	0,70 – 0,78	173860,31	oblate - subspheroidal
400	monad	isopolar	stephanoaperture	57,94 – 60,54	59,16	73,64 – 78,85	76,51	0,74 – 0,80	181228,65	oblate - subspheroidal
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
varietas Winas 1/ <i>Winas 1 varieties</i>										
0	monad	isopolar	stephanoaperture	59,52 – 66,78	63,61	70,75 – 85,77	79,08	0,78 – 0,84	208172,77	subspheroidal
200	monad	isopolar	stephanoaperture	47,56 – 56,69	51,61	61,22 – 67,74	63,93	0,75 – 0,84	110402,54	subspheroidal
300	monad	isopolar	stephanoaperture	58,96 – 75,62	65,35	76,42 – 84,35	80,33	0,76 – 0,90	220686,78	subspheroidal
400	monad	isopolar	stephanoaperture	55,67 – 56,52	56,09	68,37 – 72,90	70,63	0,78 – 0,81	146465,23	subspheroidal
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
varietas Winas 2/ <i>Winas 2 varieties</i>										
0	monad	isopolar	stephanoaperture	32,52 – 43,08	37,80	56,49 – 56,92	56,70	0,58 – 0,76	63612,80	oblate - subspheroidal
200	monad	isopolar	stephanoaperture	57,09 – 59,13	58,11	68,48 – 75,45	71,97	0,76 – 0,86	157496,87	subspheroidal
300	monad	isopolar	stephanoaperture	49,83 – 51,64	50,74	50,01 – 60,20	59,61	0,83 – 0,88	94346,16	subspheroidal
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KESIMPULAN

Iradiasi sinar gamma sampai dengan dosis 600 Gy tidak memengaruhi morfologi, tetapi memengaruhi viabilitas serbuk sari wijen. Viabilitas serbuk sari varietas Sumberrejo 1 dan Winas 1 hasil iradiasi dengan dosis 100-300 Gy tidak berubah dan tetap tinggi (>50%), tetapi pada dosis >300 Gy, viabilitas menurun hingga <50%. Pada Winas 2, viabilitas serbuk sari <10%, baik diiradiasi maupun tidak. Morfologi serbuk sari wijen varietas Sumberrejo 1, Winas 1 dan 2 memiliki karakter monad, isopolar, stephanoaperture, dengan ukuran yang bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan

Kebun Raya LIPI dan Dr. Ir. Titik Sundari, MP. selaku Kepala Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Balitbangtan - Kementerian Pertanian atas ijin dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilakukan. Selain itu, terima kasih juga kami sampaikan kepada Miatun, SP dan Elda Nurnasari, MP atas bantuan teknis selama proses pengamatan berlangsung.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini Janis Damaiyani berperan sebagai kontributor utama, sedangkan Sri Adikadarsih berperan sebagai kontributor anggota, dan Heri Prabowo berperan sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhila, H. & Beevy, S.S. (2015) Palynological characterization of species of *Sesamum* (Pedaliaceae) from Kerala: a systematic approach. *Plant Syst Evol.* [Online] 301, 2179–2188. Available from:doi: 10.1007/s00606-015-1222-1.
- Akhtar, N. (2014) Effect of physical and chemical mutagens on morphological behavior of tomato (*Solanum lycopersicum*) cv. "rio grande" under heat stress conditions. *Plant Breeding and Seed Science.* [Online] 70, 69-79. Available from:doi: 10.1515/plass-2015-0014.
- Amoo, S.O., Okorogbona, A.O.M., Du Plooy, C.P. & Venter, S.L. (2017) *Sesamum indicum*. In Kuete, V. *Medicinal spices and vegetables from Africa*. United States: Academic Press, 549-579.
- Anbarasan, K., Rajendran, R. & Sivalingam, D. (2015) Studies on the mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays, EMS and combined treatment in sesame (*Sesamum indicum* L.) var. TMV3. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 6(4), 589-595.
- Arwin, Mulyana, H. I., Tarmizi, Masrizal, Faozi, K. & Adie, M. (2012). Galur mutan harapan kedelai super genjah Q-298 dan 4-Psj. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi.* [Online] 8(2), 107–116. Available from:https://doi.org/10.17146/jair.2012.8.2.504.
- BALITTAS (2019a) *Deskripsi Varietas Varietas Winas 1.* [Online] Available from: <http://balittas.or.id/siminyak/index.php/varietas/spesifikasiVarietas/varietas+winas+1> [Accessed 26 May 2020].
- BALITTAS (2019b) *Deskripsi Varietas Varietas Winas 2.* [Online] Available from: <http://balittas.or.id/siminyak/index.php/varietas/spesifikasiVarietas/varietas+winas+2> [Accessed 26 May 2020].
- Barabe', D., Lavalley'e, K. & Gibernau, M. (2008) Pollen viability and germination in some neotropical aroids. *Botany.* 86, 98–102.
- Bedigian, D. (2010) Introduction:history of the cultivation and use of sesame. In: Bedigian, D. (eds.) *Sesame: the genus sesamum*. New York, CRC Press, pp. 1-32.
- BPATP (2019) *400 Teknologi Inovatif Badan Litbang Pertanian.* Jakarta, Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Damaiyani, J. & Metusala, D. (2011) Fenologi perkembangan bunga Centela asiatica dan studi kematangan pollen pada berbagai stadia. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus.* 7A, 75–78.
- Damaiyani J. & Hapsari, L. (2018) Pollen viability of 19 Indonesian bananas (*Musa L.*) collection of Purwodadi Botanic Gardens: preliminary study for breeding. *Proceeding International Conference on Tropical Plant Conservation and Utilization.* 42-51.
- Das, R. & Bhattacharjee, C. (2015) Processing sesame seeds and bioactive fractions. In Preedy, V.R. *Processing and impact on active components in food.* London, Academic Press. pp. 385-394.
- de Andrade, P.A., Freitas, B.M., de Macêdo Rocha, E.E., de Lima, J.A. & Rufino, L.L. (2014) Floral biology and pollination requirements of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Acta Scientiarum.* [Online] 36 (1), 93-99. Available from:doi: 10.4025/actascianimsci.v36i1.21838.
- Demir, G., Turgutoglu, E. & Kurt, S. (2015) Assessment of pollen viability and germination in seven varieties of lemon. *Journal of Crop Breeding and Genetics.* 1(1), 47-49.
- Fernández, V.A., Galetto, L. & Astegiano, J. (2009) Influence of flower functionality and pollination system on the pollen size-pistil length relationship. *Organisms, Diversity dan Evolution.* 9,75–82.
- Gaul, H. (1977) Mutagens effects in first generation after seed treatment: plant injury, lethality, cytological effects, sterility. In: IAEA *Manual on mutation breeding.* 2nd edition. Austria, IAEA, pp. 87-88.
- Gowthami, R., Vanniarajan, C. & Souframanien, J. (2016) Impact of gamma rays on pollen and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). *Advances in Life Sciences.* 5(9), 3690-3695.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A. (2018) *Illustrated pollen terminology.* 2nd edition. Switzerland, Springer International Publishing AG, pp: 37-63.
- Hanafy, R.S. & Akladios, S.A. (2018) Physiological and molecular studies on the effect of gamma

- radiation in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. [Online] 16, 683–692. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.02.012>.
- Islam, F., Gill, R.A., Ali, B., Farooq, M.A., Xu, L., Najeeb, U. & Zhou, W. (2016) Sesame. In: Gupta, S.K. *Breeding oilseed crops for sustainable production*. Amsterdam, Elsevier Inc, pp. 135-147.
- Kapoor, S., Parmar, S.S., Yadav, M., Chaudhary, D., Sainger, M., Jaiwal, R. & Jaiwal, P.K. (2015) Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Methods Mol Biol*. [Online] 1224, 37-45. Available from: doi: 10.1007/978-1-4939-1658-0_4.
- Khater M.A., El-Awadi, M.E., Elasztokhy, M.M.A., Abdel-Baky, Y.R. & Shalaby M.A.F. (2016) Physiological and molecular changes in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a response to gamma rays. *International Journal of PharmTech Research*. 9(12), 306-316.
- Myint, D., Gilani, Kawase, M. & Watanabe, K.N. (2020) Sustainable sesame (*Sesamum indicum* L.) production through improved technology: an overview of production, challenges, and opportunities in Myanmar. *Sustainability*. [Online] 12, 1-21. Available from: doi: 10.3390/su12093515.
- Mortazavian, S.M.A. & Kohpayegani, J.A. (2010) Sesame cultivation and use in Iran. In: Bedigian, D. (eds.) *Sesame: the genus sesamum*. New York, CRC Press, pp. 321-328.
- Narayanasamy, P. (2010) Sesame diseases and their management. In: Bedigian, D. (eds.) *Sesame: the genus sesamum*. New York, CRC Press, pp. 267-282.
- Ramadoss, B.R., Ganesamurthy, K., Angappan, K. & Gunasekaran, M. (2014) Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Global Journal of Molecular Sciences*. [Online] 9 (1), 01-06. Available from: doi: 10.5829/idosi.gjms.2014.9.1.8265.
- Rani, S.T. & Kiranbabu, T. (2017) Screening sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm for thermotolerance. *Adv Crop Sci Tech*. [Online] 5, 300. Available from: doi:10.4172/2329-8863.1000300.
- Rathod, V., Behera, T.K., Munshi, A.D., Durgesh, K., Jat, G.S., Krishnan G., B. & Sharma, N. (2018) Pollen viability and in vitro pollen germination studies in *Momordica* species and their intra and interspecific hybrids. *International Journal of Chemical Studies*. 66), 32-40.
- Savaskan, C. (2002) The effects of gamma irradiation on the pollen size of *Gossypium hirsutum* L. *Turk J Bot*. 26, 477-480.
- Shubharani, R., Roopa, P. & Sivaram, V. (2013) Pollen morphology of bee forage plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*. 2 (1), 82-90.
- Singh J., Kunwar N. & Tripathi S. (2016) Benefits and nutritive value of sesame seed. *International Journal of Recent Scientific Research*. 7(9), 13245-13247.
- Soares, T.E., De Jesus, O.N., Dos Santos-Serejo, J.A. & De Oliveira, E.J. (2013) *In vitro* pollen germination and pollen viability in passion fruit (*Passiflora* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 35(4), 1116-1126.
- Soares, T.L., de Souza, E.H., de Carvalho Costa, M.A.P., de Oliveira e Silva, S. & dos Santos-Serejo, J.A. (2016) Viability of pollen grains of tetraploid banana. *Bragantia*. [Online] 75(2), 145-151. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.328>.
- Sulusoglu, M. & Cavusoglu, A. (2014) In vitro pollen viability and pollen germination in cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *The Scientific World Journal*. [Online] ID 657123, 1-7. Available from: doi:10.1155/2014/657123.
- Widiastuti, A. & Palupi, E.R. (2008) Viabilitas serbuk sari dan pengaruhnya terhadap keberhasilan pembentukan buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Biodiversitas*. 1, 35-38.
- Yaqoob, U. & Nawchoo, I.A. (2016) Reproductive ecology of an endangered monocarpic herbaceous perennial, *Ferula jaeschkeana* Vatke. *Tropical Ecology*. 57(4), 849-864.
- Zhang, H., Miao, H. & Ju, M. (2019) Potential for adaptation to climate change through genomic breeding in sesame. In: Kole, C., *Genomic designing of climate-smart oilseed crops*. Switzerland, Springer Nature Switzerland AG. pp. 404-405.
- Zhigila, A.D., Sawa, F.B.J., Abdul, S.D. & Danailu, G. (2014) Diversity of pollen morphology in accessions of *Sesamum indicum* L. *International Journal of Modern Botany*. [Online] 4 (1): pp. 22-28. Available from: doi: 10.5923/j.ijmb.20140401.03.