

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 6, Nomor 2, Juli 2019

**SKARIFIKASI BENIH MAKADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)
MENGUNAKAN SUHU PERENDAMAN DAN PENGERINGAN
SECARA BERGILIR**

***SCARIFICATION OF MACADAMIA SEEDS (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)
USING TEMPERATURE OF SOAKING AND DRYING IN ROTATION***

* Sunjaya Putra¹⁾, Sumadi²⁾, dan Anne Nuraini²⁾

¹⁾ **Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

*sunjayaputra69@gmail.com

²⁾ **Departemen Budidaya Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran**

Jalan Raya Bandung-Sumedang km.21, Jatinangor, West Java, Indonesia 45363

(Tanggal diterima: 10 Mei 2019, direvisi: 15 Juni 2019, disetujui terbit: 30 Juli 2019)

ABSTRAK

Makadamia dapat diperbanyak melalui biji, namun benih makadamia sulit berkecambah karena tempurungnya keras. Tujuan penelitian adalah mengetahui kombinasi yang tepat skarifikasi benih menggunakan suhu perendaman dan pengeringan secara bergilir. Penelitian dilaksanakan di KP Manoko dan BPTP Jawa Barat, mulai Desember 2018 sampai April 2019. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 15 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan tersebut adalah: 1) perendaman air (PA) biasa (24°C)+pengeringan 35°C; 2) PA 35°C hari pertama+air biasa+ pengeringan 35°C; 3) PA 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 35°C; 4) PA 35°C setiap hari+pengeringan 35°C; 5) PA 50°C setiap hari+pengeringan 35°C; 6) PA biasa (24°C)+pengeringan 40°C; 7) PA 35°C hari pertama+air biasa+pengeringan 40°C; 8) PA 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 40°C; 9) PA 35°C setiap hari+pengeringan 40°C; 10) PA 50°C setiap hari+pengeringan 40°C; 11) PA biasa (24°C)+pengeringan 45°C; 12) PA 35°C hari pertama+air biasa+pengeringan 45°C; 13) PA 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 45°C; 14) PA 35°C setiap hari+pengeringan 45°C; dan 15) PA 50°C setiap hari+pengeringan 45°C. Peubah pengamatan adalah kadar air, laju dan persentase peretakan, serta panjang radikula benih. Hasil penelitian menunjukkan suhu perendaman dan pengeringan secara bergilir berpengaruh terhadap proses peretakan benih. Laju peretakan benih tercepat 3,27 hari pada perlakuan perendaman dengan air suhu 50°C setiap hari dan suhu pengeringan 45°C, dengan persentase peretakan benih mencapai 87,67%.

Kata kunci: *Macadamia integrifolia*, pengeringan, perendaman, peretakan benih, skarifikasi

ABSTRACT

Macadamia can be propagated using seeds. However, the seed is difficult to germinate due to shell hardness. This study aimed to determine the proper combination of seed scarification needed to break the seed coat using rotational soaking and drying at varied temperatures. The experiment was conducted at Manoko Experimental Station and BPTP of West Java from December 2018 to April 2019, used a Randomized Complete Block Design in 15 treatments and 3 replications. The treatments were: (1) water soak (WS) 24°C+drying 35°C; (2) WS 35°C (first day)+WS 24°C+drying 35°C; (3) WS 50°C (first day)+WS 24°C+drying 35°C; (4) WS 35°C everyday+drying 35°C; (5) WS 50°C everyday+drying 35°C; (6) WS 24°C+drying 40°C; (7) WS 35°C (first day)+WS 24°C+drying 40°C; (8) WS 50°C (first day)+WS 24°C+drying 40°C; (9) WS 35°C everyday+drying 40°C;

(10) WS 50°C every day+drying 40°C; (11) WS 24°C+drying 45°C; (12) WS 35°C (first day)+WS 24°C+drying 45°C; (13) WS 50°C (first day)+WS 24°C+drying 45°C; (14) WS 35°C everyday+drying 45°C; and (15) WS 50°C everyday+drying 45°C. Variable observed were moisture content of seeds, rate and percentage of seeds cracking, and length of seeds radicle. The results showed that alternating temperature during soaking and drying affected seed scarification. The fastest seed breaking rate is 3.27 days in soaking at 50°C everyday for 18 hours, with 45°C drying temperature for 6 hours, the percentage of seed breaking reached 87.67%.

Keywords: *Macadamia integrifolia*, drying, soaking, seed cracking, scarification

PENDAHULUAN

Makadamia (*Macadamia integrifolia*) merupakan tanaman asli benua Australia yang banyak tumbuh di daerah pantai Queensland dan New South Wales, sehingga terkenal dengan sebutan Queensland Nut (Ryan, 2006). Negara-negara penghasil utama makadamia adalah Australia dan Amerika Serikat, sedangkan negara-negara penghasil lainnya adalah Afrika Selatan, Malawi, Zimbabwe, Kenya, Guatemala, Kosta Rika, Brasil, dan Israel (Nagao & Hirae, 1992).

Makadamia dapat ditemukan di Kebun Raya Cibodas Indonesia (1.000 m dpl) yang ditanam pada tahun 1962 dan 1970, Balai Penelitian Perkebunan Blawan, dan Kayumas di dataran tinggi Ijen, Jawa Timur. Makadamia juga ditemukan di Kebun Percobaan Manoko, Lembang (1.100 m di atas permukaan laut/m dpl), Tlekung di Malang (950 m dpl) dan Kebun Percobaan Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Sipiso-piso di daerah Sumatera (1.200 m dpl) (Hasanah, 1994).

Tanaman makadamia dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias, pengendali erosi, tanaman penaung, dan sebagai ornamen. Biji tanaman yang dikenal dengan kacang makadamia dapat dikonsumsi dalam bentuk mentah, dibakar atau digoreng dan dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat coklat, kue, dan es krim (Nagao & Hirae, 1992; Suheryadi, 2002).

Makadamia dapat dikembangkan secara generatif melalui biji, namun benihnya sulit berkecambah. Proses perkecambahan benih makadamia memerlukan waktu yang lama dengan persentase tumbuh yang rendah. Menurut Hamilton, (1957a; 1957b) dan Storey & Kemper (1960) cited in Hong *et al.* (1996), perkecambahan pertama dapat muncul dalam waktu 3–4 minggu, bahkan hingga 6 bulan. Hasil penelitian Garbelini, Ono, Domingos, Camili, & da Silva (2016) menunjukkan proses perkecambahan *M. integrifolia* membutuhkan waktu 45–140 hari. Lamanya proses perkecambahan tersebut disebabkan karena benih makadamia mempunyai kulit biji atau tempurung yang cukup keras. Astari, Rosmayati, & Sartini (2014) mengungkapkan kulit biji yang keras bersifat *impermeable* terhadap air dan udara sehingga dapat menghambat proses perkecambahan benih.

Yuniarti & Djaman (2015) menyatakan beberapa perlakuan dapat diberikan pada benih, sehingga tingkat dormansi dapat diturunkan dan persentase perkecambahan tetap tinggi. Pematangan dormansi dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan pendahuluan pada benih dengan cara mekanis, fisik maupun kimia. Salah satu teknik perlakuan pendahuluan adalah melalui skarifikasi benih secara fisik dengan merendam benih dalam air dingin atau air panas. Menurut Suheryadi (2002), pemecahan dormansi terhadap benih makadamia dapat dilakukan dengan teknologi perendaman menggunakan air dan penjemuran secara bergilir.

Hasil penelitian perlakuan pendahuluan untuk benih yang sulit berkecambah antara lain dengan perlakuan perendaman benih *A. tortilis*, *A. erioloba*, dan *A. nigrescens* menggunakan asam sulfat pekat dan air panas (Rasebeka, Mathowa, & Mojeremane, 2013). Perendaman benih sengan dengan air panas 60°C selama 4 menit dilanjutkan dengan air dingin selama 12 jam menghasilkan persentase perkecambahan 100% (Marthen, Kaya, & Rehatta, 2013), dan metode lainnya yang dapat digunakan untuk benih sengan adalah dengan merendamnya dalam air bersuhu 50°C–90°C selama 12 jam atau 50°C–70°C selama 24 jam (Alghofar, Purnamaningsih, & Damanhuri, 2017). Sedangkan pada benih *Indigofera zollingeriana*, perlakuan benih dengan suhu pengeringan 30°C memperoleh daya kecambah 59% dan pada 45°C hanya 29% (Abdullah, 2014).

Perendaman menggunakan air panas meningkatkan permeabilitas kulit biji melalui mekanisme pecahnya lapisan *macrosclerida* atau terbukanya tutup *strophiol* sehingga mempercepat masuknya air ke dalam benih melalui proses imbibisi (Schmidt, 2000). Proses selanjutnya mengaktifkan enzim alfa amilase, protease, dan lipase yang melakukan perombakan terhadap karbohidrat, protein, dan lemak menjadi senyawa-senyawa aktif. Hal tersebut akan mendorong perkecambahan benih dengan cepat.

Penelitian bertujuan mengetahui kombinasi yang tepat skarifikasi benih menggunakan suhu perendaman dan pengeringan secara bergilir untuk memecahkan tempurung biji makadamia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Manoko, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat, pada bulan Desember 2018 sampai April 2019, pada ketinggian tempat 1.200 m dpl. Bahan yang digunakan adalah benih makadamia (2 bulan setelah panen) yang diperoleh dari PTPN VIII Gedeh, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Rancangan penelitian adalah rancangan acak kelompok (RAK) 15 perlakuan kombinasi suhu perendaman dan suhu pengeringan secara bergiliran dengan 3 ulangan. Ke-15 perlakuan tersebut adalah:

1. Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 35°C
2. Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C
3. Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C
4. Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 35°C
5. Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 35°C
6. Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 40°C
7. Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C
8. Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C
9. Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 40°C
10. Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 40°C
11. Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 45°C
12. Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C
13. Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C
14. Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 45°C
15. Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 45°C

Perendaman benih dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam air bersuhu tertentu sesuai dengan perlakuan, kemudian dibiarkan hingga air menjadi dingin (Copeland & McDonald, 2001). Prosedur penelitian dilaksanakan sebagai berikut:

- a) Persiapan benih untuk penelitian
Benih dipilih dari buah yang sudah tua dengan ciri-ciri warna buah hijau tua sampai kusam dan agak mengeras. Buah yang sudah diperoleh dikupas hingga tampak bagian tempurung benih makadamia. Tempurung benih yang sudah tua berwarna coklat dan mengkilat. Setelah itu dipilih benih yang sehat, seragam bentuk dan ukurannya.
- b) Perlakuan

Benih makadamia direndam menggunakan air dengan suhu sesuai perlakuan selama 18 jam. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan menggunakan inkubator selama 6 jam. Perendaman dan pengeringan dilakukan secara bergiliran hingga tempurung benih makadamia menjadi retak.

- c) Persemaian
Benih yang sudah retak dengan lebar >0,8 mm disemaikan di media serbuk gergaji untuk mengetahui tingkat perkecambahan dan panjang radikula.

Pengamatan terdiri dari:

- (1) Kadar air benih
- (2) Persentase peretakan benih, diamati setiap hari hingga tidak ada lagi sampel benih yang retak dengan cara menghitung jumlah benih yang retak setelah diberi perlakuan dengan formulasi (Sutopo 2018) sebagai berikut :

$$\text{Persen peretakan} = \frac{\text{Jumlah benih yang retak}}{\text{Jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$

- (3) Laju peretakan benih, diukur dengan menghitung hari yang diperlukan untuk peretakan benih. Penghitungan menggunakan formulasi Sutopo (2008) sebagai berikut:

$$\text{Laju Peretakan hari} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_xT_x}{\text{Jumlah total benih yang retak}}$$

N : Jumlah tempurung benih yang retak pada satuan waktu tertentu

T : Jumlah waktu antara awal pengujian sampai akhir dari suatu pengamatan

- (4) Panjang radikula diamati pada hari ke-10 setelah semai, diukur dari bagian bawah kotiledon sampai ujung akar dengan menggunakan sigmat.

Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan analisis varian (anova), apabila hasilnya nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata dengan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap laju dan persentase peretakan benih, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air dan panjang radikula benih (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai peluang hasil analisis ragam pengaruh perlakuan pada skarifikasi benih makadamia
Table 1. Probability value of variance analysis result of treatments effect in scarification of macadamia seeds

Peubah pengamatan	Nilai peluang (p)
Kadar air benih	0,9369
Laju peretakan benih	0,0001**
Persentase peretakan benih	0,0003**
Panjang radikula	0,136

Keterangan : ** nyata pada taraf 1%

Notes : ** significant at 1% level

Kadar Air Benih

Hasil analisis menunjukkan tidak ada pengaruh perlakuan suhu air perendaman dan suhu pengeringan terhadap kadar air benih (Tabel 2). Kadar air benih setelah perlakuan adalah 21,33%–22,67%, artinya kemampuan benih menyerap air berada pada kisaran tersebut. Shaban (2013) menyatakan sebagian besar benih memiliki kadar air kritis untuk terjadinya perkecambahan, misalnya untuk jagung adalah 30%, gandum 40%, dan kedelai 50%. Setelah kadar air benih kritis tercapai, maka benih memulai perkecambahan. Jika kadar air internal ada di bawah kadar air kritis, maka benih akan membusuk.

Tabel 2. Pengaruh suhu air perendaman dan pengeringan terhadap kadar air benih makadamia

Table 2. The effect of soaking and drying temperature on moisture content of macadamia seeds

Perlakuan	Kadar air (%)
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 35°C	22,33 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	23,67 a
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	23,00 a
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 35°C	21,67 a
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 35°C	21,33 a
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 40°C	21,00 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	23,00 a
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	20,67 a
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 40°C	22,00 a
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 40°C	22,67 a
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 45°C	21,33 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	21,00 a
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	22,00 a
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 45°C	20,67 a
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 45°C	23,33 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Note : Numbers followed by the same letter are not significantly different according to the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level

Laju Peretakan Benih

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perendaman menggunakan air dengan suhu awal 50°C yang dibiarkan hingga dingin selama 18 jam setiap hari, dikombinasikan dengan suhu pengeringan 45°C selama 6 jam menghasilkan laju peretakan tercepat, yaitu 3,27 hari. Namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi suhu pengeringan 40°C dan 45°C dengan semua perlakuan suhu perendaman. Perbedaan nyata hanya ditemukan pada perlakuan pengeringan dengan suhu 35°C untuk semua perlakuan perendaman kecuali perendaman suhu awal 35°C hari pertama dan air biasa hari berikutnya. Sementara kombinasi perendaman menggunakan air biasa (24°C) dengan suhu pengeringan 35°C menghasilkan laju peretakan terlama, yaitu 9,18 hari (Tabel 3).

Aplikasi suhu air perendaman dan suhu pengeringan yang dilakukan secara bergilir dapat mempercepat peretakan benih makadamia. Menurut (Sutopo, 2008), pergantian suhu tinggi dan rendah dapat menyebabkan benih retak akibat pengembangan dan pengerutan. Begitu juga dengan hasil penelitian de Souza, Voltini, Santos, & Paulilo (2012) menunjukkan suhu secara bergilir menjadi penyebab pecahnya benih dorman *Schizolobium parahyba* secara fisik. Demikian pula Sari, Hanum, & Charloq (2014), menyatakan bahwa perlakuan melunakkan kulit biji melalui perendaman dapat mempermudah masuknya air ke dalam benih sehingga embrio dapat segera tumbuh tanpa hambatan.

Sejalan dengan hasil penelitian Alghofar *et al.* (2017), bahwa perkecambahan terbaik dihasilkan pada benih sengan yang direndam dengan suhu 50°C–90°C selama 12 jam atau 50°C–70°C selama 24 jam. Kemudian perendaman benih kayu afrika pada berbagai suhu awal menghasilkan perkecambahan terbaik pada benih tanpa perendaman dan atau perendaman dengan suhu awal air 50°C dibandingkan dengan suhu awal 25°C dan 75°C (Oben, Bintoro, & Riniarti, 2014). Hasil penelitian (Rafika, 2014) menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh benih kemiri mencapai 15,83 hari

pada stratifikasi suhu perendaman 50°C. Benih sengan yang direndam air suhu 60°C selama 4 menit, dilanjutkan dengan perendaman air dingin selama 12 jam menghasilkan laju perkecambahan terbaik dengan kecepatan 3,897 hari (Marthen *et al.*, 2013).

Tabel 3. Pengaruh suhu air perendaman dan pengeringan terhadap laju peretakan benih makadamia

Table 3. The effect of soaking and drying temperature on macadamia seed moisture content

Perlakuan	Laju peretakan benih (hari)
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 35°C	9,18 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	5,02 cde
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	7,37 ab
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 35°C	7,08 bc
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 35°C	5,94 bcd
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 40°C	5,24 bcde
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	5,80 bcd
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	5,07 cde
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 40°C	4,70 de
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 40°C	4,87 cde
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 45°C	4,22 de
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	4,28 de
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	3,86 de
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 45°C	3,85 de
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 45°C	3,27 e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level

Peretakan benih makadamia dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan air perendaman mengakibatkan dimensi ukurannya (panjang, tinggi, dan lebar) menjadi lebih besar dan akhirnya mencapai dimensi maksimum. Perubahan dimensi akibat suhu yang panas mempercepat masuknya air ke dalam benih (Agustina, Waluyo, Warji, & Tamrin, 2012). Menurut Schmidt (2000), air panas mematahkan dormansi fisik dan menyebabkan pecahnya lapisan *macroscleireid*. Bewley & Black (1982) melaporkan air diperlukan untuk rehidrasi enzim α -amilase, protease, dan lipase dalam perkecambahan benih. Perendaman sebelum disemai memungkinkan imbibisi yang lebih cepat, sehingga perkecambahan benih lebih cepat (Harb, 2013; Schmidt, 2000). Pengeringan mengakibatkan kulit biji cepat menyusut/mengkerut, sementara bagian dalam biji (kernel) relatif stabil dan bertambah dengan

masuknya air pada saat perendaman dan akhirnya kulit biji retak.

Keragaan perkecambahan benih makadamia setelah mendapat perlakuan perendaman dalam air dengan suhu awal 50°C pada hari pertama dan hari berikutnya menggunakan air biasa selama 18 jam dengan suhu pengeringan 45°C selama 6 jam, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keragaan perkecambahan benih makadamia setelah perlakuan suhu pengeringan dan suhu perendaman

Figure 1. Performance of macadamia seeds germination after treatment of drying and soaking temperature

Persentase Peretakan Benih

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan suhu perendaman dan pengeringan secara bergilir berpengaruh nyata terhadap persentase peretakan benih. Persentase peretakan benih tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman dengan air biasa dengan pengeringan 40°C dan perendaman dengan air suhu 50°C setiap hari dengan pengeringan 45°C (masing-masing 87,67%). Sedangkan persentase peretakan terendah diperoleh pada perlakuan perendaman dengan air suhu 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa dengan pengeringan 35°C (53,00%). Secara umum, dengan meningkatnya suhu pengeringan cenderung meningkatkan persentase peretakan benih (Tabel 4).

Hasil penelitian Hasanah *et al.* (2000) menunjukkan perlakuan benih makadamia dengan pengeringan suhu 40°C selama 5 hari meningkatkan perkecambahan hingga 77,6%. Begitu pula pengeringan benih makadamia dengan cara di oven pada suhu 45°C–50°C menghasilkan daya berkecambah dan indeks kecepatan tumbuh tertinggi (Hasanah *et al.*, 2000). Menurut Shaban (2013), perkecambahan benih adalah proses kompleks yang melibatkan banyak reaksi. Proses perkecambahan dipengaruhi oleh suhu, sebagian besar spesies suhu maksimumnya antara 30°C dan 40°C. Hasil penelitian Anne Nuraini *et al.* (2016) menunjukkan bahwa perlakuan *dry heat treatment* (40°C) selama 50 dan 60 hari terhadap benih sawit berpengaruh baik pada persentase perkecambahan dan indeks vigor, serta panjang radikula dan panjang plumula. Demikian juga

dengan hasil penelitian Rafika (2014), bahwa perlakuan stratifikasi suhu perendaman 50°C menghasilkan persentase perkecambahan benih kemiri mencapai 22%.

Rata-rata persentase peretakan benih makadamia hasil perlakuan suhu air perendaman dan suhu pengeringan adalah 53,00%–87,67%. Hasil penelitian sudah memenuhi kriteria seperti yang dikemukakan oleh Doijode (2001), bahwa persentase perkecambahan benih makadamia adalah 42%–83%. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Rusmin dan Hasanah (1993), bahwa perlakuan awal dari benih mantel keras seperti *Caesalpinia sappans* dengan perendaman dan pengeringan bergantian meningkatkan persentase perkecambahan benih.

Panjang Radikula

Hasil analisis ragam memperlihatkan tidak ada pengaruh suhu air perendaman dan suhu pengeringan terhadap panjang radikula benih (Gambar 3). Hal ini diduga akibat kandungan cadangan makanan di dalam endosperma pada masing-masing benih makadamia tidak jauh berbeda. Menurut Sukmasari, Fatimah, & Mahdi. (2004), benih makadamia mengandung gula 5,05%; pati 9,55%; protein 13,45%; dan lemak 57,90%. Panjang radikula benih makadamia (Gambar 2) berkisar antara 1,34–2,08 cm.

Tabel 4. Pengaruh suhu pengeringan dan suhu perendaman terhadap persentase peretakan benih makadamia

Table 4. Effect of drying and soaking temperature on the percentage of macadamia seed cracks

Perlakuan	Peretakan benih (%)
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 35°C	59,67 cd
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	64,33 bcd
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 35°C	53,00 d
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 35°C	60,00 cd
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 35°C	60,00 cd
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 40°C	87,67 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	84,33 a
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 40°C	74,33 abc
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 40°C	84,67 a
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 40°C	78,67 abc
Perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 45°C	84,67 a
Perendaman air 35°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	74,67 abc
Perendaman air 50°C hari pertama dan seterusnya air biasa+pengeringan 45°C	84,33 a
Perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 45°C	81,00 abc
Perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 45°C	87,67 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level



Gambar 2. Keragaan panjang radikula benih makadamia setelah perlakuan suhu perendaman dan suhu pengeringan

Figure 2. The radicle length of macadamia seeds which is treated with varied soaking and drying temperature



Gambar 3. Pengaruh suhu perendaman dan pengeringan terhadap panjang radikula benih makadamia, s1p1: perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 35°C; s2p1: perendaman air 35°C hari pertama+air biasa+pengeringan 35°C; s3p1: perendaman air 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 35°C; s4p1: perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 35°C; s5p1: PA 50°C setiap hari+pengeringan 35°C; s1p2: perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 40°C; s2p2: perendaman air 35°C hari pertama+air biasa+pengeringan 40°C; s3p2: perendaman air 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 40°C; s4p2: perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 40°C; s5p2: perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 40°C; s1p3: perendaman air biasa (24°C)+pengeringan 45°C; s2p3: perendaman air 35°C hari pertama+air biasa+pengeringan 45°C; s3p3: perendaman air 50°C hari pertama+air biasa+pengeringan 45°C; s4p3: perendaman air 35°C setiap hari+pengeringan 45°C; dan s5p3: perendaman air 50°C setiap hari+pengeringan 45°C

Figure 3. Effect of soaking and drying temperature on the radicle length of macadamia seeds, s1p1: water soak 24°C + drying 35°C; s2p1: water soak 35°C (first day)+ water soak 24°C+drying 35°C; s3p1: water soak 50°C (first day)+WS 24°C+drying 35°C; s4p1: water soak 35°C everyday+drying 35°C; s5p1: water soak 50°C everyday+drying 35°C; s1p2: water soak 24°C+drying 40°C; s2p2: water soak 35°C (first day)+ water soak 24°C+drying 40°C; s3p2: water soak 50°C (first day)+ water soak 24°C+drying 40°C; s4p2: water soak 35°C everyday+drying 40°C; s5p2: water soak 50°C every day+drying 40°C; s1p3: water soak 24°C+drying 45°C; s2p3: water soak 35°C (first day)+ water soak 24°C+drying 45°C; s3p3: water soak 50°C (first day)+ water soak 24°C+drying 45°C; s4p3: water soak 35°C everyday+drying 45°C; and s5p3: water soak 50°C everyday+drying 45°C

KESIMPULAN

Proses skarifikasi dengan menggunakan suhu perendaman dan suhu pengeringan secara bergilir dapat memengaruhi proses peretakan benih makadamia. Laju peretakan benih (rata-rata waktu yang diperlukan untuk peretakan satu benih) tercepat adalah 3,27 hari pada perlakuan perendaman menggunakan air dengan suhu awal 50°C setiap hari selama 18 jam, dengan suhu pengeringan 45°C selama 6 jam dan persentase peretakan benih mencapai 87,67%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Kebun Dedi Suheryadi, SP. dan seluruh teknisi Kebun Percobaan Manoko, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) Lembang, serta Kepala BPTP Jawa Barat atas bantuan dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Ir. Edi Wardiana, M.Si yang telah memberikan banyak saran dan masukan yang baik dalam penulisan serta penyelesaian naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. (2014). Prospektif agronomi dan ekofisiologi *Indigofera zollingeriana* sebagai tanaman penghasil hijauan pakan berkualitas tinggi. *Pastura*, 3(2), 79–83.
- Agustina, N. Waluyo, S., Warji, & Tamrin. (2012). Pengaruh suhu perendaman terhadap koefisien difusi dan sifat fisik kacang merah (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 2, No. 1: 35 – 42
- Alghofar, W. A., Purnamaningsih, S. L., & Damanhuri. (2017). Pengaruh suhu air dan lama perendaman terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit sengo (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(10), 1639–1644.
- Astari, R.P., Rosmayati, & Sartini, E. (2014). Pengaruh pematangan dormansi secara fisik dan kimia terhadap kemampuan berkecambah benih mucuna (*Mucuna bracteata* D.C.). *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(2), 803–812.

- Bewley, J.D., & Black, M. (1982). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. Springer-Verlag, Berlin.
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (2001). *Principles of Seed Science*. Principles of seed science and technology (4th ed.).
- de Souza, T.V., Voltolini, C.H., Santos, M., & Paulilo, M.T. S.(2012). Water absorption and dormancy-breaking requirements of physically dormant seeds of *Schizolobium parahyba* (Fabaceae – Caesalpinioideae). *Seed Science Research*, 22(3), 169–176. <https://doi.org/10.1017/s0960258512000013>
- Doijode, S. D. (2001). *Seed Storage of Horticultura Crops*. In P. Amarjit S. Basra (Ed.), Food Product Press. New York: Food Products Press® An Imprint of The Haworth Press, Inc.
- Garbelini, R.C.B.S., Ono, E.O., Domingos, R. J., Camili, E.C., & da Silva, R. A. (2016). Plant growth regulators and shade on emergence in macadamia nut tree. *Bioscience Journal*, 32(5), 1263-1268.
- Hamilton, R. A. (1957a). *A Study of Germination and Storage Life of Macadamia Seed* in Hong, T.D., Linington, S. dan Ellis, R.H. (1996). In: *Seed Storage Behaviour : A Compendium. Handbook for genebanks*. No. 4.
- Hamilton, R. A. (1957b). *Problems in Germinating Macadamia Seed*. in Hong, T.D., Linington, S. and Ellis, R.H. (1996). In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*.
- Harb, A. M. (2013). Reserve mobilization, total sugars and proteins in germinating seeds of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under water deficit after short period of imbibition. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 6(1), 67–72. <https://doi.org/10.12816/0000261>
- Hasanah, M., Sukarman, Rusmin, D., Marwati, T, & Noveriza, R. (2000). Perlakuan benih untuk meningkatkan viabilitas benih makadamia. *Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. Hal 15.
- Hasanah, M. (1994). Studi fenologi, umur pohon dan faktor induced yang memengaruhi viabilitas benih tamarin, makadamia dan kemiri. *Laporan Teknis Penelitian Penguasaan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. Buku VIII. Hal. 12-24
- Hidayanto, M., Nurjanah, S., & Yossita, F. (2003). Pengaruh panjang stek akar dan konsentrasi natrium-nitrofenol terhadap pertumbuhan stek akar sukun (*Artocarpus communis* F.). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 6(2), 154-160
- Marthen, Kaya, E., & Rehatta, H. (2013). Pengaruh perlakuan pencelupan dan perendaman terhadap perkecambahan sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Agrologia*, 2(1), 10–16.
- Nagao, M.A., & Hirae, H.H. (1992). Macadamia: cultivation and physiology. *Critical Rev. in Plant Sci.*, 10(5), 441-470.
- Nio, & Torey. (2013). Root morphological characters as water-deficit indicators in plants 1. *Jurnal Bioslogos*, 3(1), 31–39.
- Oben, Bintoro, A., & Riniarti, M. (2014). Pengaruh perendaman benih pada berbagai suhu awal air terhadap viabilitas benih kayu Afrika (*Maesopsis Eminii*). *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 101–108. <https://doi.org/0.23960/jsl12101-108>
- Rafika (2014). Pengaruh stratifikasi dan media perakaran terhadap perkecambahan benih kemiri (*Aleurites moluccana* Wild). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 2(2), 141–149.
- Rasebeka, L., Mathowa, T., & Mojeremane, W. (2013). Effect of seed pre-sowing treatment on germination of three acacia species indigenous to Botswana. *Intl J Plant Sci*, 3(1), 62–70.
- Rusmin, D., & Hasanah, M.(1993). Perlakuan fisik dan kimia untuk menghilangkan kekerasan benih secang. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 108–110.
- Ryan, S. (2006). *Queensland nut tree macadamia integrifolia there are seven Macadamia*. Ecosystem Conservation Branch, EPA.
- Sari, H. P., Hanum, C., & Charloq. (2014). Daya kecambah dan pertumbuhan *Mucuna bracteata* melalui pematahan dormansi dan pemberian zat pengatur tumbuh giberelin (GA₃). *Jurnal Agroekoteknologi*, 2, 630–644.
- Schmidt, L. (2000). *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Danida For. Seed Ctr.Humlebaek, DK.
- Shaban, M. (2013). Effect of water and temperature on seed germination and emergence as a seed hydrothermal time model. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(12), 1686–1691. Retrieved from <http://www.ijabbr.com>
- Sitompul, S.M., & Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Storey, W.B., & Kemper, W.C. (1960). *A study of macadamia seed germination. California macadamia society yearbook* 1–5. In Hong, T.D., Linington, S. and Ellis, R.H. (1996). In *Seed Storage Behaviour : Acompendium. Handbook for Genebanks*.

- Suheryadi, D. (2002). Perkecambahan benih makadamia. *Buletin Teknik Pertanian*, 7(022), 28–29.
- Sukmasari, M., Fatimah, M., & Mahdi, N. (2004). Analisis kimia benih makadamia. *Prosiding Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian*, 3, 157–163.
- Sutopo, L. (2008). *Teknologi benih*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Yuniarti, N., & Djaman, D. F. (2015). Teknik pematangan dormansi untuk mempercepat perkecambahan benih kourbaril (*Hymenaea courbaril*). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia*, 1(6), 1433-5120.540.50037.

