

Efektivitas Perlakuan *Ultrafine Bubble Water* dalam Mematahkan Dormansi Benih Padi

Effectivity of Ultrafine Bubble Water Treatment for Dormancy Breaking of Rice Seed

Vidya Iswara¹, Asep Setiawan², Endah R. Palupi², Y. Aris Purwanto³

¹Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor,
Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih
^{*}Email: vidyaiswara@gmail.com

²Departemen Agronomi dan Hortikultura – Institut Pertanian Bogor

³Departemen teknik Mesin dan Biosistem – Institut Pertanian Bogor

Naskah diterima 25 Oktober 2018, direvisi 03 Desember 2018, disetujui diterbitkan 17 Desember 2018

ABSTRACT

Rice seed has physiological dormancy and an after-ripening phase. Seed dormancy causes seed does not germinate, even though seeds are supported by favorable conditions for germination. Breaking rice seed dormancy could be carried out by high-temperature during storage and by scarification with KNO₃. The development of nano bubbles technology in the form of Ultrafine bubble water technology has the potential to break seed dormancy. Until now there is no information available on the use of fine bubbles water technology for breaking rice seed dormancy. This study aims to determine the effect of Ultrafine bubbles water on the breaking down of rice seed dormancy. The experiment used a completely randomized design (CRD) with 4 replications. Data were analyzed using (ANOVA). The average difference not the means were tested using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5% level. The treatments consisted of no immersion (control), soaking in aquades for 24 hours, in aquades for 48 hours, KNO₃ for 24 hours, KNO₃ for 48 hours, Ultrafine bubbles water (UFB) for 24 hours, Ultrafine bubbles water (UFB) for 48 hours, Ultrafine bubbles water with oxygen injection (UFB20) for 24 hours, and Ultrafine bubbles water with oxygen injection (UFB20) for 48 hours. Results showed that the content of abscisic acid (ABA) of seed in UFB water immersion for 48 hours was 8.9 ppm. The lower of ABA content in rice seeds, the faster the germination process. The maximum growth potential (PTM) of seeds soaked UFB for 48 hours is 88%. Soaking seed in UFB water for 48 hours showed the Radicle Emergence (RE) percentage of 87%, indicating the prospected root that was grow during germination. The result of this study can be concluded that soaking rice seed in the Ultrafine bubbles water can be used as an alternative to break the dormancy in rice seeds.

Keywords: *Rice, germination, dormancy, Ultrafine bubbles water soaking, scarification, abscisic acid.*

ABSTRAK

Benih padi termasuk kedalam dormansi fisiologis dan fase *after-ripening*. Dormansi benih menyebabkan benih tidak berkecambah, meskipun benih didukung oleh kondisi yang baik untuk berkecambah.

Memecah dormansi benih padi dapat dilakukan dengan suhu tinggi selama penyimpanan dan dengan skarifikasi menggunakan KNO₃. Perkembangan teknologi gelembung nano dalam bentuk teknologi *Ultrafine Bubbles Water* berpotensi mematahkan dormansi benih. Sampai sekarang tidak ada informasi tentang penggunaan teknologi *Ultrafine Bubbles Water* (UFB) untuk mematahkan dormansi benih padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Ultrafine Bubbles Water* (UFB) terhadap pematahan dormansi benih padi. Percobaan menggunakan desain acak lengkap (CRD) dengan 4 ulangan. Data dianalisis menggunakan (ANOVA). Perbedaan rata-rata bukan berarti diuji menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada tingkat 5%. Perlakuan terdiri dari tanpa perendaman (kontrol), perendaman dalam aquades selama 24 jam, aquades selama 48 jam, KNO₃ selama 24 jam, KNO₃ selama 48 jam, *Ultrafine Bubbles Water* (UFB) selama 24 jam, *Ultrafine Bubble Water* (UFB) 48 jam, *Ultrafine Bubbles Water* dengan injeksi oksigen (UFB20) selama 24 jam, dan *Ultrafine Bubbles Water* dengan injeksi oksigen (UFB20) selama 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam absisat (ABA) benih dalam perendaman air UFB selama 48 jam adalah 8,9 ppm. Semakin rendah kandungan ABA dalam biji padi, semakin cepat proses perkecambahannya. Potensi pertumbuhan maksimum (PTM) benih UFB yang direndam selama 48 jam adalah 88%. Merendam benih dalam UFB selama 48 jam menunjukkan persentase Radicle Emergence (RE) 87%, yang menunjukkan kemungkinan akar yang tumbuh selama pekecambahan. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perendaman benih padi dalam *Ultrafine Bubbles Water* dapat digunakan sebagai alternatif untuk memecahkan dormansi dalam benih padi.

Kata kunci: Padi, perkecambahan, dormansi, perendaman *Ultrafine Bubbles Water*, skarifikasi, asam absisat.

PENDAHULUAN

Sistem produksi padi skala luas memerlukan kecukupan benih bermutu yang memiliki viabilitas dan vigor tinggi. Pengujian benih bermutu secara cepat terkendala oleh dormansi pada benih, yang menurut Benech-Arnold *et al.* (2000) akan menyebabkan benih tidak dapat

berkecambah meskipun dalam kondisi yang menguntungkan untuk perkecambahan.

Benih bermutu yang dalam kondisi dormansi dikecambahkan akan menghasilkan perkecambahan dan daya tumbuh rendah, yang adakalanya menimbulkan kesalahan interpretasi dalam evaluasi mutu benih. Pada hal benih bermutu dibutuhkan untuk segera ditanam setelah benih diproduksi.

Benih padi memiliki sifat dormansi fisiologis dan fase *after-ripening* (Cempaka 2011). Periode *after-ripening* menurut Sadjad (1994) adalah lamanya (minggu atau bulan) benih dalam keadaan dorman sejak dipanen. Periode ini diperlukan untuk memungkinkan embrio benih mengatasi dormansi selama proses perkembangan (Cruz *et al.* (2013). Carrera *et al.* (2008) menyatakan terdapat periode *after-ripening* dalam penyimpanan kering benih yang baru dipanen, dan proses ini sangat penting dalam pematangan dormansi untuk mendorong perkecambahan benih. Dormansi menyebabkan benih yang baru dipanen tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan tanam, karena memerlukan fase *after-ripening* berkisar antara 3-8 minggu (Wahyuni *et al.* 2006). Penandaan *after-ripening* menjadi kunci dalam menyelesaikan masalah dormansi benih padi yang baru dipanen.

After-ripening berkaitan dengan keseimbangan hormonal yang berperan mengatur dan mempromosikan perkecambahan benih. Ketidakseimbangan hormonal dengan kondisi asam absisat (ABA) tinggi menyebabkan tertundanya perkecambahan benih. ABA berperan sebagai penunda perkecambahan (Vaistij *et al.* 2013) dan akan menurun dengan terjadinya imbibisi dan perlakuan skarifikasi (Shu *et al.* 2016).

ABA menghambat pertumbuhan embrio melalui aktivitas pengaturan aliran ion, perubahan jaringan spesifik lainnya dari pengambilan air (Kucera *et al.* 2005). Transisi penyerapan air selama perkecambahan ke penyerapan air selama pertumbuhan setelah perkecambahan dihambat oleh ABA, dalam hal ini ABA memecahkan endosperma, kemudian terjadi perluasan embrio dan perkecambahan setelah pemunculan akar (radikula) (Shu *et al.* 2016).

Pematangan dormansi benih padi dapat dilakukan melalui penyimpanan pada suhu tinggi (Shiratsuchi *et al.* 2017), dan skarifikasi dengan KNO_3 (Yuningsih *et al.* 2015; Naredo *et al.* 1998). Skarifikasi KNO_3 merupakan metode umum yang digunakan untuk pematangan dormansi benih padi. Penggunaan larutan KNO_3 dengan konsentrasi 3% dalam perendaman benih selama 48 jam menghasilkan daya berkecambah 71,5% (Ahmad 2011). Soejadi *et al.* (2001) melaporkan benih yang direndam dengan larutan KNO_3 selama dua hari nyata

meningkatkan viabilitas benih padi. Pematangan dormansi benih dengan perlakuan KNO_3 berhubungan dengan aktivitas lintasan pentose fosfat yang mampu menstimulasi perkecambahan, khususnya pada benih padi. Meskipun demikian, metode baru untuk pematangan dormansi benih dengan waktu yang relatif singkat perlu dikembangkan.

Metode pematangan dormansi dapat dilakukan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi *Ultrafine Bubble Water* (UFB *water*). Takahashi (2014) melaporkan teknologi UFB *water* memanfaatkan gelembung halus MNBs (*Micro and nano bubbles*) dengan diameter $<10^{-6}$ m. UFB *water* terbentuk berdasarkan *Henry's law* yang menghubungkan konsentrasi dengan tekanan parsial, yang berarti semakin banyak konsentrasi gas yang dapat dilarutkan dalam kondisi tekanan tinggi.

Sritontip (2018) melaporkan UFB *water* dapat meningkatkan viabilitas benih barley yang ditanam secara hidroponik. Oshita dan Liu (2013) juga melaporkan UFB *water* sangat efektif meningkatkan perkecambahan benih barley. *Nano bubbles* (NBs) meningkatkan produksi *reactive oxygen species* (ROS) dalam biji barley selama proses perkecambahan, dimana NBs tidak hanya dapat menghasilkan ROS dalam air, tetapi juga meningkatkan produksi ROS dalam biji (Liu *et al.* 2014). ROS yang diidentifikasi dari NBs terdiri atas *superoxide anion radical* ($\text{O}_2^{\cdot-}$), hydrogen peroxide (H_2O_2), hydroxyl radical (OH), dan singlet oxygen ($^1\text{O}_2$) (Liu *et al.* 2016). Akumulasi H_2O_2 dapat mempengaruhi keseimbangan hormon dengan meningkatkan giberelin (GAs), menurunkan ABA dan etilena melalui 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) (Kumar *et al.* 2015). Metode ini potensial dikembangkan dalam pematangan dormansi benih padi.

Hingga saat ini belum tersedia informasi pemanfaatan teknologi UFB *water* untuk pematangan dormansi benih padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas perlakuan UFB *water* dalam mematahkan dormansi benih padi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2018 di laboratorium pengujian dan penyimpanan benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB). Analisis hormon *Asam absisat* (ABA) dilakukan di laboratorium bioteknologi lingkungan ICBB (*Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology*), Bogor. Benih padi yang digunakan berasal varietas IR-64 yang dipanen pada Mei 2018 di Kebun Percobaan Sawah Baru IPB.

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor sembilan perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan terdiri atas: tanpa perendaman (TP), perendaman benih dalam aquades selama 24 jam (1HAQ) dan 48 jam (2HAQ), perendaman benih dalam larutan KNO_3 selama 24 jam (1HKNO₃) dan 48 jam (2HKNO₃), perlakuan UFB selama 24 jam (1HUFB) dan 48 jam (2HUFB), perlakuan UFB injeksi oksigen selama 24 jam (1HUFB20) dan 48 jam (2HUFB20).

Prosedur Penggunaan UFB Water Generator (FZ1N-10, IDEC)

UFB water generator (FZ1N-10, IDEC) berkapasitas tekanan input gas dengan kisaran 280-320 kPa. Apabila tekanan yang diinjeksikan lebih dari kapasitas akan terdapat pemberitahuan dari monitor, dan gas berlebih yang diinjeksikan akan dikeluarkan melalui *nozel*. Pengukuran oksigen terlarut menggunakan metode *wankler* atau titrasi menggunakan larutan kimia, karena alat yang tersedia belum mampu mengukur konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi (<20 ppm). Alat akan menunjukkan *error* pada saat dicelupkan ke larutan berkonsentrasi *dissolved oxygen* (DO) tinggi (>20 ppm).

Prosedur penggunaan UFB water generator (FZ1N-10, IDEC) adalah sebagai berikut: aquades dimasukkan ke dalam tanki UFB water generator dan dipompakan kembali ke tanki secara berulang selama 55 menit. Proses ini akan menghasilkan UFB water dengan suhu $\pm 40^\circ C$, kemudian didinginkan dalam refrigerator (suhu $25^\circ C$) hingga mencapai suhu lingkungan untuk pengujian kadar oksigen terlarut. UFB water generator (FZ1N-10, IDEC) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ultrafine bubbles water (UFB water) generator (FZ1N-10, IDEC).

Setiap pengoperasian mesin harus terpasang *blower* sebagai pendingin mesin, karena sangat sensitif terhadap suhu, terutama untuk menjaga suhu UFB water yang diinjeksikan oksigen terlarut. Mesin yang diinjeksikan oksigen murni mampu menghasilkan hingga 24 ppm selama 55 menit dan suhu maksimal $39^\circ C$. UFB water yang dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam menurun hingga 10 ppm, namun apabila dijaga pada suhu $25^\circ C$ maka konsentrasi oksigen dalam UFB water bertahan 3-4 ppm lebih tinggi dari yang didinginkan pada suhu ruang. Gas diinjeksi ke dalam air yang dipompa ke tanki selama 55 menit. Diameter gelembung UFB water bervariasi antara 100-200 nm.

Prosedur pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-6989 14-2004) adalah sebagai berikut; 1) sampel air dimasukkan ke dalam botol winkler hingga meluap dan dihindari terbentuknya gelembung dalam botol yang ditutup rapat; 2) ditambahkan $MnSO_4$ yang telah diencerkan (400 g/1.000 mL) 1 mL dan alkali yodida azida (500 g/1000 mL) 1 mL; 3) larutan dikocok hingga larut dalam air dan berwarna coklat keruh dalam botol yang tertutup; 4) H_2SO_4 yang telah diencerkan (1:5 air suling) ditambahkan dengan dosis 2 mL; 5) pengocokan hingga berwarna coklat bening merata dalam keadaan botol tertutup; 6) sampel 50 mL dimasukkan ke dalam labu elen meyer; 7) titrasi dilakukan dengan larutan $Na_2S_2O_3$ hingga berwarna kuning muda; 8) ditambahkan amilum 3-4 tetes; dan 9) titrasi dilanjutkan hingga sampel tidak berwarna.

Rumus pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) adalah sebagai berikut:

$$DO \text{ (mg/l)} = \frac{V \times N \times 8 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

V = volume (ml); $Na_2S_2O_3$ yang telah digunakan untuk titrasi

N = normalitas; $Na_2S_2O_3$

Hasil dari kadar oksigen terlarut pada setiap perlakuan yaitu aquades (AQ) memiliki DO 6-8 ppm, UFB water (UFB) memiliki DO 8-10 ppm, dan UFB water yang diinjeksikan oksigen (UFB20) memiliki DO ≤ 24 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut yang terdapat dalam UFB water adalah 1-3 mg/L, dapat ditingkatkan dengan cara menginjeksikan oksigen ke dalam mesin. Teknologi UFB water yang digunakan memiliki suhu $43-39^\circ C$ dengan pengoperasian mesin selama 55 menit, konsentrasi oksigen terlarut 24 ppm merupakan konsentrasi maksimal yang dapat dihasilkan mesin. Oksigen terlarut 24 ppm dihasilkan dari pengulangan kembali hasil pengoperasian pertama mesin.

Perkecambahan Benih

Benih yang digunakan dalam penelitian adalah yang baru dipanen dan telah mengalami masa penjemuran selama tiga hari. Proses perkecambahan benih dilakukan di laboratorium penyimpanan dan pengujian benih Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB. Suhu ruangan adalah 28°C tanpa *blower* atau tanpa pendingin. Pengujian perkecambahan pada potensi tumbuh maksimum (PTM) menggunakan metode uji kertas digulung dalam plastik (UKDdp). Benih padi sebanyak 100 butir dikecambahkan pada tiga lembar kertas merang yang dilembabkan, perkecambahan menggunakan germinator IPB-721 dengan suhu 26°C.

Pengujian pemunculan radikula (RE) dilakukan dengan metode uji di atas kertas (UDK), menggunakan petridis dan tiga lembar kertas merang yang dilembabkan.

Pengamatan

Pengamatan untuk setiap variabel percobaan dilakukan dengan cara berikut:

1. Pengukuran kandungan ABA menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).
2. Potensi tumbuh maksimum (PTM) dihitung berdasarkan jumlah benih yang tumbuh dengan kriteria minimal tumbuh radikula pada akhir pengamatan, hari ke-7 (ISTA 2014).

$$PTM (\%) = \frac{\text{Total benih yang tumbuh}}{\text{Jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$

3. Pemunculan radikula (RE) diamati pada 105 jam setelah tanam (Andripta 2017). Kriteria munculnya radikula minimal sepanjang 2 mm.

$$RE = \frac{\text{Jumlah pemunculan radikula}}{\text{Total benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan metode ANOVA pada taraf 5%. Apabila data menunjukkan perbedaan nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Data yang berbeda nyata dianalisis regresi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pematahan dormansi benih padi dengan perlakuan perendaman berpengaruh nyata terhadap ukur asam

absisat (ABA), pemunculan radikula (RE), dan potensi tumbuh maksimum (PTM) (Tabel 1). Kandungan asam absisat pada perlakuan perendaman UFB20 selama 24 jam adalah 9,9 ppm dan pada perlakuan UFB20 selama 48 jam turun menjadi 8,9 ppm. Data ini memperlihatkan perendaman benih menggunakan perlakuan UFB20 yang di injeksi oksigen murni dengan oksigen terlarut (DO) d" 24 ppm mampu menekan hormon ABA pada benih padi. Penambahan oksigen pada UFB water mengakibatkan perubahan keseimbangan hormon karena aktivitas ROS yang dihasilkan nano bubbles (NBs) menyebabkan hormon mentrigger aktivitas metabolik yang penting untuk perkecambahan benih (Barba-Espin *et al.* 2010, 2011; Bahin *et al.* 2011; Diaz-Vivancos *et al.* 2013).

Kandungan ABA pada perendaman benih dengan UFB water selama 24 jam dan 48 jam menghasilkan 10,1 ppm dan 10,7 ppm. Angka ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan perendaman benih menggunakan larutan KNO₃ dan aquades. Perendaman benih pada larutan KNO₃ menurunkan kandungan ABA pada benih. Kandungan ABA pada benih dengan perlakuan KNO₃ selama 24 jam (10,2 ppm) dan 48 jam (11.5 ppm) tidak mengalami penurunan yang nyata. Perendaman dengan aquades menurunkan kandungan ABA lebih baik dibandingkan dengan larutan KNO₃. Perendaman dengan aquades selama 24 jam (9,4 ppm) dan 48 jam (9,3 ppm) tidak nyata menurunkan ABA dibandingkan dengan perlakuan UFB selama 48 jam.

Dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa perlakuan perendaman), kandungan ABA dengan perlakuan perendaman menurun sangat nyata (Tabel 1). Pada perlakuan kontrol, tingginya kandungan ABA

Tabel 1. Pengaruh perlakuan perendaman terhadap asam absisat (ABA), pemunculan radikula (RE), dan potensi tumbuh maksimum (PTM) benih padi. Laboratorium Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Bogor, Mei 2018.

Perlakuan	ABA (ppm)	RE (%)	PTM (%)
Kontrol	14,3a	37,5d	41,0d
KNO3 3% 24 jam	10,2bcd	48,5c	63,8b
UFB 24 jam	10,1bcd	50,3c	62,8b
UFB20 24 jam	9,9cd	48,0c	59,0a
AQ 24 jam	9,4cd	22,0e	47,5d
KNO3 3% 48 jam	11,5b	82,3a	85,0a
UFB 48 jam	10,7bc	87,8a	74,5a
UFB20 48 jam	8,9d	77,8a	83,7a
AQ 48 jam	9,3cd	63,0b	51,5cd

ABA (asam absisat), RE (pemunculan radikula), PTM (potensi tumbuh maksimum), UFB (Ultrafine bubble water), UFB20 (Ultrafine bubble waterinjeksi oksigen), AQ (Aquades). Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

(14,3 ppm) menjadi penghambat perkecambah benih. Menurut Salisbury *et al.* (1992), ABA berpengaruh dalam menghambat sintesis protein dan mengaktifkan serta menonaktifkan gen tertentu secara khas (efek transkripsi), akibatnya ABA dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan tunas.

Benih padi pada perlakuan perendaman dengan larutan KNO₃, UFB, dan UFB20 tidak nyata memperlihatkan pemunculan radikula (RE) (Tabel 1). Pada perlakuan tanpa perendaman, pemunculan radikula adalah 37,5%, yang membuktikan benih padi masih mengalami dormansi. Pada benih dengan perlakuan perendaman selama 24 jam, pemunculan radikula pada aquades adalah 22,2%, KNO₃ 48,5%, UFB 50,3%, dan UFB20 48%. RE berbeda nyata pada perlakuan perendaman selama 48 jam, yaitu dengan aquades 63%, KNO₃ 82,3%, UFB 87,8%, dan UFB20 77,8%. Pada perlakuan perendaman selama 48 jam, benih mengalami proses imbibisi air yang melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperm berkecambah dan ROS yang terdapat dalam UFB water mempercepat pematangan dormansi benih padi. ROS berperan penting dalam pertumbuhan dengan memfasilitasi melemahnya dinding sel yang diperlukan untuk perpanjangan sel (Passardi *et al.* 2004), serta menghasilkan radikal hidroksil yang dihasilkan oleh dinding sel selama pemanjangan radikula (Muller *et al.* 2009).

UFB water memfasilitasi oksigen masuk ke dalam benih, air yang diserap oleh benih mampu melunakkan kulit benih dan menstimulasi perkecambahan, air juga memfasilitasi masuknya oksigen kedalam benih karena

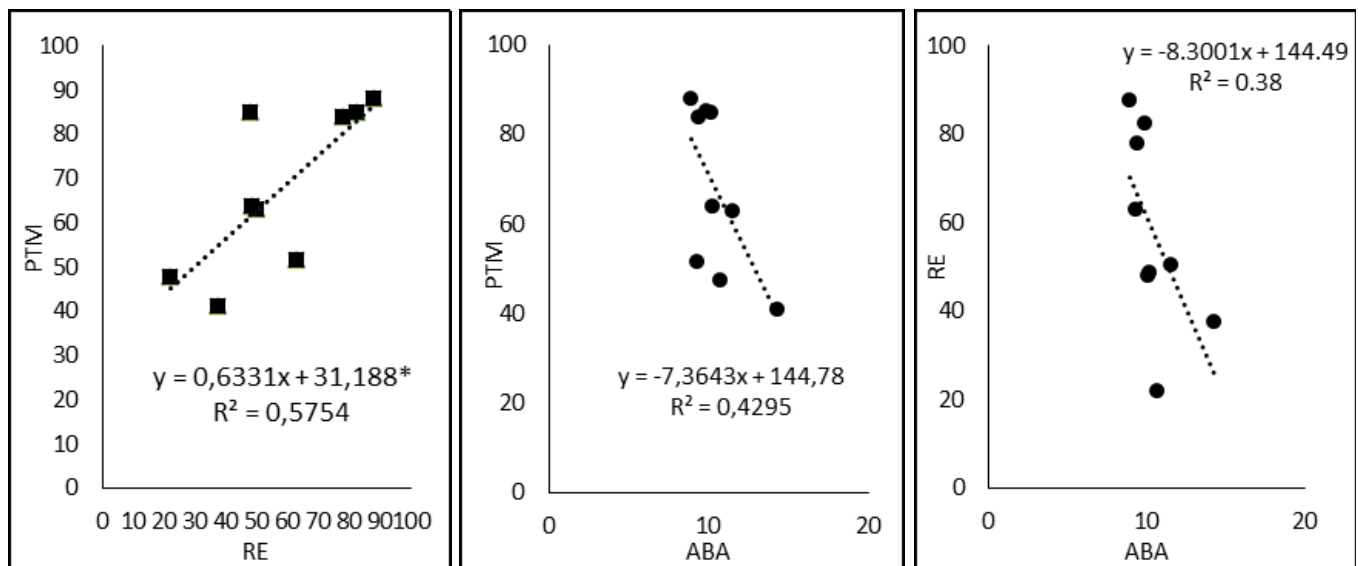
dinding sel yang *impermeabel* menjadi *permeable* selama imbibisi memberikan kesempatan gas masuk kedalam sel secara difusi (Jumalis 1982).

Perlakuan pematangan dormansi yang diteliti berpengaruh nyata terhadap PTM. Persentase PTM tertinggi diperoleh dari perlakuan perendaman KNO₃ (85%) UFB (74,5%) dan UFB20 (83,8%) dengan perendaman selama 48 jam. Perendaman selama 24 jam dengan KNO₃ memperoleh PTM (63,8%) UFB (62,8%) dan UFB20 (59%). Apabila dibandingkan dengan presentase PTM benih tanpa perendaman (kontrol) (41%), perendaman mampu mematahkan dormansi pada benih padi terlihat adanya peningkatan PTM. Pematangan masa dorman tidak harus melalui periode penyimpanan, yang waktunya lebih lama.

Hubungan regresi antara PTM pada RE, PTM pada ABA dan RE pada ABA tertera pada Gambar 2.

Nilai koefisien determinasi regresi PTM pada RE adalah 57,54%, sedangkan nilai koefisien determinasi PTM pada ABA 42,95% dan RE pada ABA 38%. Hal ini menunjukkan selain RE, PTM, dan ABA, terdapat faktor lain yang berperan dalam menggambarkan hubungan antara nilai RE terhadap PTM, ABA terhadap RE, dan ABA terhadap PTM.

Analisis regresi dan korelasi (Tabel 3) antara RE dan PTM menunjukkan hubungan linier positif sangat erat. Artinya, semakin tinggi nilai RE semakin tinggi pula nilai PTM. Nilai regresi pada ABA terhadap RE dan PTM menunjukkan hubungan linier negatif. Artinya, semakin rendah kandungan ABA dalam benih semakin tinggi nilai RE dan PTM benih.



Gambar 2. Koefisien determinasi (R²) dan persamaan regresi antara nilai RE, PTM, dan ABA benih padi. Laboratorium Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Bogor, Mei 2018.

Tabel 3. Koefisien korelasi (r) antarnilai ABA, RE, dan PTM benih padi. Laboratorium Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Bogor, Mei 2018.

Perlakuan	ABA	RE	PTM
ABA			
RE	- 0,614		
PTM	- 0,657	0,758	

ABA = asam absisat, RE = pemunculan radikula, PTM = potensi tumbuh maksimum.

Antara tolak ukur ABA dengan RE dan ABA dengan PTM berkorelasi negatif ($r = -0,614$), demikian juga korelasi ABA dengan PTM ($r = -0,657$). Tolak ukur RE dengan PTM berkorelasi positif sangat nyata ($r = 0,758$). Koefisien korelasi yang cukup tinggi antara ABA dan RE, dan antara ABA dengan PTM menunjukkan ABA merupakan indikator yang cukup kuat dalam proses perkecambahan benih padi.

KESIMPULAN

Perendaman benih padi dalam UFB *water* dapat dijadikan alternatif dalam mematahkan dormansi fisiologis benih padi, sehingga waktu dormansi benih menjadi relatif singkat. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya kandungan asam absisat (ABA) benih dengan potensi tumbuh maksimum (PTM) dan pemunculan radikula (RE) yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Andripta. 2017. Penentuan waktu untuk uji cepat vigor benih dengan metode pemunculan radikula (*Radicle Emergence*) pada beberapa varietas padi (*Oryza sativa L.*). [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Bahin, E., C. Bailly, B.Sotta, I. Kranner, F. Corbineau, J. Leymarie. 2011. Crosstalk between reaction oxygen species and hormonal signalling pathway regulates grain dormancy in barley. *Plant, Cell and Environment* 34: 980-993.

Barba-Espin, G., P. Diaz-Vivancos, M.J. Clemente-Moreno. 2010. Interaction between hydrogen peroxide and plant hormones during germination and the early growth of Pea seedlings. *Plant, Cell and Environment* 33: 981-994.

Barba-Espin, G., P. Diaz-Vivancos, D. Job, M. Belghazi, C. Job, J.A. Hernandez . 2011. Understanding the role of H₂O₂ during Pea seed germination: a combined proteomic and hormon profiling approach. *Plant, Cell and Environment* 34: 1907-1919.

Benech-Arnold, R. L., R. A. Sanchez, F. Forcella, C. M. Ghera. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research* 67(2):105-122.

Carrera, F., T. Holman, A. Medhurst, D. Dietrich, S. Footitt, F. L. Theodoulo, M. J. Holdsworth. 2008. Seed after-ripening is a discrete developmental pathway associated with specific gene networks in Arabidopsis. *Plant J.* 53(2): 214-224.

Cempaka, I. G., 2011. Periode *after-ripening* dan respon perlakuan pematangan dormansi pada benih padi merah dan padi hibrida (*Oryza sativa L.*). [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Cruz, V. M. V., C. T. Walters, D. A. Dierig. 2013. Dormancy and after-ripening response of seeds from natural populations and conserved Physaria (syn. Lesquerella) germplasm and their association with environmental and plant parameters. *Industrial Crops and Products* 45: 191-199.

Diaz-Vivancos, P., G. Barba-Espin, J. A. Hernandez. 2013. Elucidating hormonal/ROS networks during seed germination: insights and perspectives. *Plant Cell Reports* 32: 1491-1502.

[ISTA] The International Seed Testing Association. 2014. International rules for seed testing. Edition 2014. Switzerland.

Jurnalis, K. 1982. Teknologi benih I. Bandung: Angkasa

Kranner I, F. V. Minibayeva, R. P. Beckett, C. E. Seal 2010. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. *New Phytologist*. 188: 655-673.

Kucera, B., M. A. Cohn, G. Leubner-Metzger. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Sci. Res.* 15: 281-307.

Kumar, S. P.J., S.R. Prasad, R. Banerjee, C. Thammineni. 2015. Seed birth to death: dual functions of reactive oxygen species in seed physiology. *Annals of Botany* 116: 663-668.

Liu, S., S. Oshita , S. Kawabata, Y. Makino, T. Yoshimoto. 2016. Identification of ROS produced by nanobubbles and their positive and negatif effects on vegetable seed germination. *Langmuir* 32: 11295-11302.

Liu, S., S. Oshita, Y. Makino. 2014. Stimulating effect of nanobubbles on the reactive oxygen species generation inside barley seeds as studied by the microscope spectrophotometer. [Proceedings]. Int. Conf. of Agric. Eng., Zurich, 06-10.07.2014: 1-8.

Muller K, Linkies A, Vreeburg RAM, Fry SC, Krieger-Liszckay A, Leubner Metzger G. 2009. In vivo cell wall loosening by hydroxyl radicals during cress seed germination and elongation growth. *Plant Physiology* 150:1855-1865.

Naredo, M. E. B., A. B. Juriano, B.R. Lu, F. D. Guzman, M.T. Jackson. 1998. Response to seed dormancy-breaking treatment in rice species (*Oryza L.*). *Seed Sci. & Technol.* 26 :675-689.

Oshita, S., S. Liu. 2013. Nanobubble Characteristics and Its Application to Agriculture and Foods. [Prosiding]. International Symposium on Agri-Foods for Health and Wealth. Bangkok, August 5-8, 2013, Golden Tulip Sovereign Hotel: 23-32.

Passardi, F., D. Longet, C. Penel, C. Dunand. 2004. The class III peroxidase multigenic family in rice and its evolution in land plants. *Phytochemistry* 65: 1879-1893

Sadjad S. 1994. Kuantifikasi Metabolisme Benih. Jakarta: Grasindo.

Salisbury, F.B., C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4 edition. Wadsworth Pub.Co.747 p.

Shiratsuchi, H., Y. Ohdaira, H. Yamaguchi, A. Fukuda. 2017. Breaking the dormancy of rice seeds with various dormancy levels using steam and high temperature treatments in a steam nursery cabinet. *Plant Production Science* 20(2):183-192.

Shu, K., X. Liu, Q. Xie, Z. He. 2016. Two faces of one seed: Hormonal regulation of dormancy and germination. *Molecular Plant* 9: 34-45.

Soejadi, U.S. Nugraha, Rasam. 2001. Evaluasi mutu benih beberapa genotipe padi selama penyimpanan. *Jurnal Pertanian Penelitian Tanaman Pangan* 20(3): 1723.

- Sritontip, C., W. Phonsaeng, V. Thonglek, C. Dechthummarong, K. Yoshikawa. 2018. The Application of Micro/Nano Bubbles to Seed Germination and Seedling Growth of Chinese Kale. *Agricultural Sci. J.* 49(1): 37-41.
- Takahashi, M. 2014. Latest technology on micro and nanobubbles – the basic research on micro and nanobubbles and their application in agricultural field. *Journal of Seed Sci Technol.* 117-121.
- Vaistij, F.E., Y. Gan, S. Penfield, A.D. Gilday, A. Dave, Z. He, E.M. Josse, G. Choi, K. H. Halliday, I.A. Graham. 2013. Differential control of seed primary dormancy in *Arabidopsis* ecotypes by the transcription factor SPATULA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110: 10866-10871.
- Wahyuni, S., T.S. Kadir, U.S. Nugraha. 2004. Karakterisasi Dormansi dan Metode Efektif untuk pematahan Dormansi benih plasma nutfah padi. Subang: Badan Penelitian Tanaman Padi.
- Weitbrecht, K., K. Muller, G. Leubner-Metzger. 2011. First off the Mark: Early seed germination. *Journal of Experimental Botany* 62(1): 3289-3309.
- Yuningsih, A.F.V., S.Wahyuni. 2015. Effective methods for dormancy breaking of 15 new-improved rice varieties to enhance the validity of germination test. [Prosiding]. International Seminar on Promoting Local Resources for Food and Health. Bengkulu: 12-13 October, 2015: 166-173.
-

