

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) pada lampiran 2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($\alpha = 0,05$) yang berarti terdapat pengaruh konsentrasi *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 terhadap semua parameter yaitu persentase daya berkecambah, persentase keserempakan tumbuh, dan berat kering kecambah. Hasil selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji DMRT 5% tentang Pengaruh konsentrasi *Polietilena glikol* (PEG) 6000 terhadap Persentase Daya Berkecambah, Persentase Keserempakan Tumbuh, dan Berat Kering Kecambah Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.).

Konsentrasi	Rata-rata persentase daya berkecambah (%)	Rata-rata persentase keserempakan tumbuh (%)	Rata-rata berat kering kecambah (gram)
KO (0%)	47,56a	33,78a	5,00a
K1 (2,5%)	71,11b	39,56b	6,40b
K2 (5%)	75,78b	54,44c	8,27c
K3 (7,5%)	54,89a	50,44c	6,83a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Perlakuan konsentrasi PEG dalam penelitian ini terdiri menjadi empat taraf, yaitu konsentrasi 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5% . Berdasarkan uji lanjut DMRT 5% (tabel 4.1) pada parameter persentase daya berkecambah menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PEG dengan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan

viabilitas benih jarak pagar dibandingkan dengan tanpa perlakuan PEG. Perlakuan K0 (0%) memberikan nilai terendah, diduga karena pada perlakuan K0 proses benih mengimbibisi air berjalan lambat karena tidak ada PEG yang masuk ke dalam benih untuk membantu benih mengikat air. Sedangkan perlakuan K1 (2.5%) memberikan nilai lebih baik daripada tanpa pemberian PEG. Hal ini disebabkan karena PEG yang masuk ke dalam benih dengan perlakuan invigorasi dapat masuk secara teratur dibandingkan tanpa perlakuan invigorasi. Pemberian PEG pada konsentrasi 2,5% mampu meningkatkan persentase daya berkecambah sebesar 23,55% dari kecambah tanpa perlakuan PEG (0%). Pada konsentrasi K2 (5%) memberikan peningkatan persentase daya berkecambah sebesar 28,22%. Pada konsentrasi selanjutnya yaitu 7,5% memberikan peningkatan hasil pada daya berkecambah sebesar 7,33%. Penggunaan PEG 6000 dengan konsentrasi 5% efektif untuk meningkatkan viabilitas benih jarak pagar. Hal ini disebabkan dengan konsentrasi 5% dapat memberikan hasil yang baik pada semua parameter yaitu daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan berat kering meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2,5% dengan parameter daya berkecambah dan 7,5% pada keserempakan tumbuh dan pada parameter berat kering menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan konsentrasi 5% dengan PEG mempunyai peran dalam membantu imbibisi air oleh benih. Selama penyimpanan benih ortodoks sangat dipengaruhi oleh kadar air, ketika kadar air benih terlalu rendah akan menyebabkan benih menjadi keras sehingga pada waktu dikecambahkan benih tidak dapat berimbibisi. Perlakuan invigorasi dengan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa PEG mampu mengikat air.

Pengikatan air ini terjadi ketika molekul H₂O berikatan dengan molekul OH melalui ikatan hidrogen . Vigor benih adalah variabel dalam menduga viabilitas benih (Sutopo,2004).

Perlakuan dengan konsentrasi 2,5% menunjukkan hasil yang rendah pada parameter keserempakan tumbuh. Perlakuan konsentrasi 7,5% memberikan hasil nilai yang rendah pada daya berkecambah hal ini dikarenakan pada konsentrasi tersebut diduga pengikatan air oleh PEG terlalu sedikit ataupun terlalu banyak. Terlalu banyak air yang diikat oleh PEG, menyebabkan jumlah air terserap oleh benih juga banyak sehingga menyebabkan berkurangnya ruang untuk oksigen yang berhubungan dengan respirasi. Proses respirasi akan menghasilkan energi yang diperlukan untuk reaksi biokimia, pembelahan sel yang selanjutnya menghasilkan perkecambahan. Pada perlakuan dengan konsentrasi 7,5% diduga air yang diikat oleh PEG terlalu banyak sehingga menyebabkan kekurangan tempat untuk oksigen. Menurut (Sutopo, 2002) penyerapan air oleh benih merupakan tahapan pertama dari proses perkecambahan yang berlangsung hingga munculnya radikula. Faktor penting yang mempengaruhi penyerapan air oleh benih adalah kulit pelindungnya dan jumlah air yang tersedia pada media di sekitarnya. Kebutuhan air oleh benih untuk proses perkecambahan bervariasi tergantung pada jenis benih.

Dijelaskan di dalam Alqur'an, Allah SWT tidak menyukai segala sesuatu yang berlebihan dan hal ini akan menyebabkan pada kemudhorotan. Begitu juga dengan tanaman jika terlalu banyak mengikat air maka perkecambahan juga akan

terganggu yang disebabkan berkurangnya oksigen untuk respirasi, sebagaimana Allah menyebutkan dalam potongan QS. Al- A'raaf/7 :31 sebagai berikut:

..... كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿٣١﴾

Artinya: ".....makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan" (QS. Al- A'raaf/7 :31).

Ayat tersebut mengajarkan bahwa Allah SWT tidak menyukai hal yang berlebihan, maksudnya melampaui batas yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini juga berlaku pada tanaman dimana jika tanaman terlalu banyak menyerap air ke dalam benih akan berakibat pada kurangnya tempat bagi oksigen yang akan berpengaruh pada proses respirasi. Pada perlakuan dengan konsentrasi 7,5% diduga banyak (berlebihan) menyerap air yang seharusnya untuk tempat oksigen digunakan oleh tempat air.

Air sangat penting untuk perkecambahan tumbuhan, hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Thaahaa/20: 53 yang berbunyi

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: "Yang Telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang Telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam" (QS. Thaahaa/20: 53).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa air itu sangat penting, dengan air maka biji-bijian itu akan tumbuh seperti halnya jarak pagar. Fungsi air adalah untuk (1) melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperma membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, (2) memungkinkan pertukaran gas sehingga

suplai oksigen ke dalam benih, (3) mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolisme di dalam benih, dan (4) mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang memerlukan.

Selain itu Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukuran agar tidak berlebihan. Dari penelitian ini dapat diambil pelajaran bahwa dalam menggunakan sesuatu tidak berlebihan sehingga melebihi ukurannya. Allah SWT berfirman dalam surat Al-Qamar/54: 49 sebagai berikut:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: *Sesungguhnya kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (QS. Al-Qamar/54: 49).*

Ayat ini menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran, dari ayat ini Allah SWT mengisyaratkan bahwa terdapat rahasia dibalik kata **بِقَدَرٍ** yang berarti *ukuran* yang harus dipelajari dan dikaji. Pentingnya ukuran konsentrasi dapat dikorelasikan dengan surat dengan surat Al-Qamar/54: 49. Sesuai dengan hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 5% PEG mampu meningkatkan viabilitas benih jarak pagar.

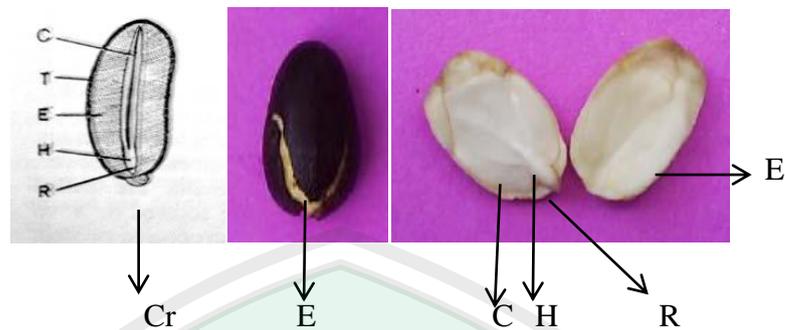
Proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air di dalam benih itu mencapai persentas tertentu (antara 50-60%). Proses perkecambahan dapat terjadi jika kulit benih permeabel terhadap air dan tersedia cukup air dengan tekanan osmosis tertentu. Bersamaan dengan proses imbibisi akan terjadi peningkatan laju respirasi yang akan mengaktifkan enzim-enzim yang terdapat di dalamnya sehingga terjadi proses perombakan cadangan makanan (katabolisme) yang akan menghasilkan energi ATP dan unsur hara yang akan diikuti oleh pembentukan senyawa protein

(anabolisme/ sintesis protein) untuk pembentukan sel-sel baru embrio. Kedua proses ini terjadi secara berurutan dan pada tempat yang berbeda. Akibat terjadinya proses imbibisi kulit benih akan menjadi lunak dan retak-retak/ Pembentukan sel-sel baru pada embrio akan diikuti proses deferensial sel-sel sehingga terbentuk plumula yang merupakan bakal batang dan daun serta radikula yang merupakan bakal akar. Kedua bagian ini akan bertambah besar sehingga akhirnya benih akan berkecambah (*emergence*) (Kuswanto,1996).

Biji jarak pagar merupakan biji berkeping dua (dikotil) dan tersusun atas kulit (*shell*) dan isi biji (*cernel*) yang di dalamnya terdapat embrio. Kulit menempati sekitar 28,82% dari biji, dan isi sekitar 71.19% (gambar 4.1). Isi biji terdiri atas embrio, kotiledon dan endosperm (gambar 4.2).



gambar 4.1 Biji jarak pagar secara umum terdiri dari kernel (kiri) dan kulit biji (kanan) (Santoso, 2012)



gambar 4.2 Bagian-bagian biji jarak pagar E= endosperm, H= hipokotil, C= kotiledon, T= testa, Cr= caruncule (gambar kiri). Biji yang mengalami imbibisi dan telah berkecambah yang ditandai dengan radikel (gambar tengah). Bagian dalam biji atau kernel terdiri atas endosperm dan kotiledon (gambar kanan) (Santoso,2012)

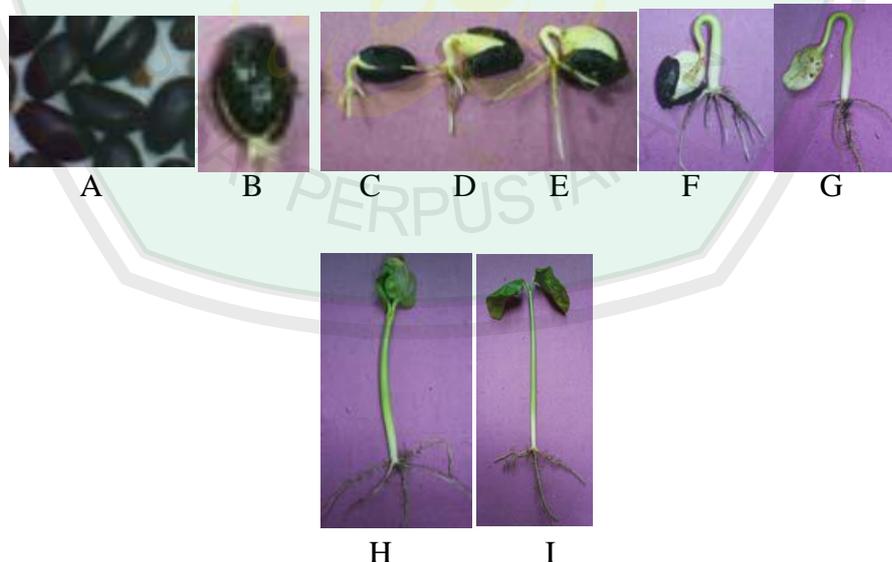
Perkecambahan biji jarak pagar diawali dengan imbibisi dan kemudian aktivasi, serta pertumbuhan. Proses imbibisi yang merupakan proses penyerapan air menentukan benih jarak pagar berhasil untuk berkecambah, yaitu ditandai dengan kulit biji mulai retak, dan kemudian diikuti dengan munculnya radikula.

Hasil pengamatan pada proses perkecambahan biji jarak pagar yang direndam dengan larutan PEG 6000 menunjukkan bahwa biji jarak pagar dalam kondisi optimum cepat berkecambah yaitu dengan perendaman 3,6,dan 9 jam. Pada saat itu, kulit biji dari lubang mikropil biji telah pecah. Munculnya kecambah di media permukaan tanam nampak pada hari ke-2 setelah tanam dengan perendaman larutan PEG 6000 pada perendaman 3 jam sedangkan pada kontrol mulai terlihat pada hari ke-4 setelah tanam bij, dan periode semai berakhir setelah fase daun kotiledon mekar penuh dicapai sekitar 7 hari sejak tanam biji.

Perkecambahan diawali dengan tumbuhnya radikula melalui lubang mikropil biji (B). Radikula terus tumbuh geotropisme menghasilkan satu buah akar tunggang dengan empat buah akar lateral sehingga fase ini kemudian

diidentifikasi sebagai fase bintang dari suatu perkecambahan biji jarak pagar (C,D, dan E). Pada kondisi lingkungan yang memungkinkan biji kecambah terus tumbuh, maka pertumbuhan selanjutnya adalah epikotil memanjang ke arah permukaan media tanam. Epikotil yang tumbuh mengalami pembengkokan karena kotiledon masih tertahan di dalam media tanam, sehingga fase ini disebut fase pancing berlangsung hingga kotiledon terangkat ke permukaan media tanam (F dan G). Kotiledon kemudian pecah dan berkembang menjadi daun kotiledon atau daun biji (H dan I) (Santoso, 2010).

Selama perkecambahan biji jarak pagar, muncul dikarenakan pemunculan epigeal yaitu struktur di bawah kotiledon sebagai hasil pemanjangan epikotil atau radikula bagian atas. Sehubungan dengan tahapan perkecambahan seperti yang diuraikan di atas, maka biji jarak pagar memiliki tipe perkecambahan epigeal, yaitu kotiledon terangkat ke permukaan media tanam.



gambar 4.3 Perkecambahan jarak pagar (Santoso,2010)

PEG mempunyai peran dalam membantu imbibisi air oleh benih. Selama penyimpanan benih ortodoks sangat dipengaruhi oleh kadar air, ketika kadar air benih terlalu rendah akan menyebabkan benih menjadi keras sehingga pada waktu dikecambahkan benih tidak dapat berimbibisi. Perlakuan invigorasi dengan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa PEG mampu mengikat air. Pengikatan air ini terjadi ketika molekul H_2O berikatan dengan molekul OH melalui ikatan hidrogen. Potensial air dalam media yang mengandung PEG dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah. Kemampuan PEG dalam mengikat air ini akan digunakan untuk imbibisi dan ketika terlalu banyak air yang diserap oleh benih akan menyebabkan pengurangan tempat untuk oksigen yang berhubungan dengan proses respirasi.

Berdasarkan uji lanjut DMRT 5% tabel 4.1 pada variabel keserempakan tumbuh menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PEG dengan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan keserempakan tumbuh benih jarak pagar dibandingkan dengan tanpa perlakuan PEG. Perlakuan dengan konsentrasi 5 % dan 7,5% menunjukkan hasil yang paling signifikan. Akan tetapi perlakuan yang efektif menggunakan konsentrasi 5% karena dengan konsentrasi yang lebih kecil tetapi dapat memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 7,5%.

Menurut Ruliansyah (2011), perbedaan yang nyata pada variabel daya berkecambah serta keserempakan tumbuh antara benih yang diberikan perlakuan invigorasi dengan kontrol karena benih yang diberikan perlakuan invigorasi mengalami imbibisi air yang terkontrol sehingga air masuk kedalam benih secara

perlahan sampai terjadi keseimbangan. Imbibisi yang terkontrol ini memungkinkan benih mengoptimalkan faktor internalnya untuk memulai perkecambahan seperti pemulihan integritas membran, karena benih yang telah *deteriorasi* (penurunan mutu benih) membrannya mengalami kerusakan. Kerusakan membran ini juga mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga terjadi kebocoran jika benih berimbibisi.

Dijelaskan dalam Alqur'an bahwasannya Allah SWT menumbuhkan tumbuhan sesuai dengan ukurannya yang terlihat dalam QS. Al-Hijr/15:19

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْفَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَوْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ

Artinya:”Dan kami Telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran”(QS. Al-Hijr/15: 19).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menumbuhkan tumbuhan menurut ukuran, yang dimaksud ukuran di sini adalah ukuran pemberian PEG 5% mampu meningkatkan keserempakan tumbuh benih jarak pagar, dimana PEG ini masih memberikan ruang oksigen untuk proses respirasi dan mengimbibisi air sehingga perkecambahan dapat berlangsung. PEG 5% dalam penelitian ini menghasilkan nilai yang efektif untuk keserempakan benih jarak pagar.

Hasil pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa PEG mampu meningkatkan daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan berat kering. Banyaknya materi PEG yang masuk ke dalam benih akan membuat potensial kimia air dalam benih menjadi semakin tinggi, karena sifat air yang cenderung mengalir dari tempat yang potensial airnya tinggi ke tempat yang potensial airnya rendah, dan makin besar perbedaan, maka akan semakin tinggi kecepatan menyerap air. Ini

menunjukkan bahwa air bergerak dari media lembab ke media kering. Semakin tinggi potensial air diluar benih, benih akan semakin cepat menyerap air. Fungsi air dalam perkecambahan adalah untuk aktivasi enzim, melunakkan kulit biji, memberikan fasilitas masuknya oksigen, mengaktifkan fungsi protoplasma dan sebagai alat transport makanan dari endosperm ke kotiledon. Lakitan (1996) menyatakan bahwa proses perkecambahan juga diawali dengan kegiatan enzim untuk mengurai cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Berdasarkan uji lanjut DMRT 5% pada tabel 4.1 pada parameter berat kering menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PEG dengan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan berat kering benih jarak pagar. Perlakuan K0 (tanpa PEG) dan K3 (7.5%) menunjukkan nilai berat kering terendah. Sedangkan pada perlakuan K1(2,5%) dan K2 (5%) menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada perlakuan K0 (0%) dan K3 (7,5%). Pada K1 menunjukkan 6,40 sedangkan K2 menunjukkan 8,2. Pada konsentrasi K2 ini air yang diikat oleh materi PEG sesuai untuk perkecambahan benih jarak pagar sehingga perkecambahan dapat berjalan cepat.

Menurut Ardiana (2008) berat kering kecambah dipengaruhi oleh lamanya pertumbuhan sejak permulaan sampai akhir proses perkecambahan yang telah ditentukan. Bila benih butuh waktu yang lama untuk tumbuh maka hasil kecambah yang diperoleh adalah kecambah pendek, ukuran daun kecambah kecil, hipokotilnya pendek, dan volume akar kecil sehingga menghasilkan berat kering relatif rendah. Akan tetapi dengan permulaan perkecambahan yang lebih cepat maka akan memberikan kontribusi terhadap tingginya berat kering kecambah.

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat diketahui bahwa konsentrasi PEG yang lebih efektif adalah konsentrasi 5%. Hal ini disebabkan karena konsentrasi PEG 5% adalah konsentrasi yang sesuai sehingga bisa membantu mengimbibisi air ke dalam benih dengan meningkatkan potensial air benih. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Masrum (2006) menggunakan PEG 6000 dengan benih wijen dengan konsentrasi 2,5% sudah dapat meningkatkan daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan berat kering, Rachmawati (2003) menambahkan bahwa PEG 6000 dengan konsentrasi 10 ppm dapat meningkatkan daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan bering juwawut.

Semakin tinggi konsentrasi PEG maka kemungkinan benih akan mengimbibisi air lebih cepat. Air merupakan syarat utama dalam proses perkecambahan. Proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih melalui proses difusi dan osmosis sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Proses imbibisi dapat memacu hormon untuk aktif. Hormon tersebut terdapat pada lapisan aleuron, yaitu lapisan antara kotiledon dan endosperma, yang dikenal dengan hormon giberelin. Akibat serapan air tersebut maka hormon giberelin terangsang, dan selanjutnya mendorong aktivitas enzim yang berfungsi merombak zat cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon ataupun endospermae. Zat makanan terlarut dari hasil kerja enzim tersebut belum dapat digunakan secara langsung untuk aktivitas tumbuh, akan tetapi memerlukan perombakan lebih lanjut dengan bantuan oksigen. Sebagai contoh, proses perombakan glukosa menjadi energi melalui proses respirasi (Ashari, 1995).

4.2 Pengaruh Lama Perendaman *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) pada lampiran 2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($\alpha = 0,05$) yang berarti terdapat pengaruh lama perendaman dalam *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 terhadap semua parameter yaitu persentase daya berkecambah, persentase keserempakan tumbuh dan berat kering kecambah. Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT 5% tentang Pengaruh Lama Perendaman dalam *Polietilena glikol* (PEG) 6000 terhadap Persentase Daya Berkecambah, Persentase Keserempakan Tumbuh, Panjang Kecambah dan Berat Kering Kecambah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Lama Perendaman	Rata-rata persentase daya berkecambah	Rata-rata persentase keserempakan tumbuh (%)	Rata-rata berat kering kecambah (gram)
L1 (3 jam)	72,17b	53,00a	7,00b
L2 (6 jam)	63,67ab	42,00b	6,91b
L3 (9 jam)	51,17a	38,67b	5,89a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Berdasarkan uji DMRT 5% pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dalam larutan PEG selama 3 jam memberikan hasil yang baik pada parameter keserempakan tumbuh kecambah. Namun untuk parameter persentase daya berkecambah dan berat kering tidak berbeda nyata dengan perendaman 6 jam. Perendaman selama 9 jam di dalam larutan PEG 6000 menghasilkan nilai terendah pada berat kering kecambah dan untuk daya

kecambah dan keserempakan tumbuh tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 6 jam. Pengaruh pemberian PEG terhadap berat kering kecambah adalah ketika imbibisi dibantu dengan PEG maka dapat menyerap air secara optimal sehingga dapat mengaktifkan enzim yang digunakan untuk perombakan cadangan makanan, sehingga semakin besar pertumbuhan kecambah maka semakin banyak pula berat kering kecambah dikarenakan berat kering kecambah adalah akumulasi dari perombakan cadangan makanan.

Berdasarkan analisis di atas, dapat diketahui bahwa perlakuan perendaman dalam larutan PEG 6000 selama 3 jam memberikan nilai tertinggi terhadap viabilitas benih jarak pagar pada parameter keserempakan tumbuh dan tidak berbeda nyata dengan parameter daya berkecambah dan berta kering kecambah pada perlakuan 6 jam. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman 3 jam memberikan kontribusi dalam keserempakan tumbuh.

Semakin lama perendaman benih dalam larutan PEG maka semakin banyak air yang diberikan PEG kedalam benih dan semakin banyaknya air yang masuk kedalam benih dapat menyebabkan benih kekurangan oksigen yang berkaitan dengan proses respirasi. Proses respirasi akan meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan karbon dioksida, air dan energi yang berupa panas. Terbatasnya oksigen yang dipakai akan mengakibatkan terhambatnya proses perkecambahan. Hal ini sesuai dengan hasil uji DMRT (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa semakin lama perendaman benih jarak pagar dalam PEG maka nilai viabilitas benih semakin rendah yang ditunjukkan oleh rendahnya nilai daya berkecambah, dan rendahnya berat kering kecambah.

Perlakuan perendaman dalam larutan PEG 6000 dapat membantu mempercepat proses imbibisi. Besarnya jumlah air yang dapat diserap oleh benih dalam perlakuan invigorasi oleh PEG, kemungkinan tergantung dari banyaknya jumlah PEG yang diserap benih selama perlakuan. Semakin lama perendaman benih dalam PEG, maka benih terlalu banyak menyerap PEG sehingga air yang dapat diserap oleh PEG juga semakin banyak. Penyerapan air yang terlalu sedikit sulit untuk melunakkan kulit biji sehingga proses perkecambahan terjadi lambat, sedangkan penyerapan air yang melebihi kapasitas sel berakibat pecahnya sel.

Masuknya air ke dalam biji, enzim akan bekerja dengan aktif. Jika embrio terkena air, embrio menjadi aktif dan melepaskan hormon giberelin (GA). Hormon ini memacu aleuron untuk mensintesis dan mengeluarkan enzim. Enzim yang dikeluarkan antara lain: enzim α -amilase, maltase, dan enzim pemecah protein. Selain itu jika terlalu berlebihan menyerap air diperkirakan akan menyebabkan enzim tidak bekerja dengan optimal. Demikian juga bila air kurang, juga menyebabkan enzim tidak bekerja normal. Air digunakan untuk media kerja enzim. Adanya air, zat-zat yang mudah melarut dapat memudahkan kerja enzim

Penelitian yang dilakukan oleh Rusmin dan Wahab (1994) pada tanaman kayu manis yaitu dengan perlakuan perendaman benih dengan larutan PEG selama 24 jam dapat meningkatkan daya berkecambah, berat kering, kecepatan berkecambah dan panjang bibit kayu manis. Munifah (dalam Utomo 2009)

menambahkan bahwa perendaman 3×24 jam pada lot benih yang berbeda dapat meningkatkan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah pada padi.

Menurut Ruliyansyah (2011) imbibisi air merupakan proses awal perkecambahan benih yang diikuti oleh serangkaian proses lainnya seperti pencernaan, pengangkutan zat makanan, asimilasi, pernafasan dan pertumbuhan. Utomo (2006) menambahkan bahwa air mutlak diperlukan untuk perkecambahan, meskipun demikian perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan anoksia (kehilangan oksigen), sehingga membatasi proses respirasi. Respirasi merupakan suatu tahapan proses perkecambahan yang terjadi setelah proses penyerapan air. Apabila proses respirasi terbatas maka proses perkecambahan akan berjalan lambat.

Lama perendaman dalam penelitian ini ditentukan, mengingat waktu yang digunakan setiap benih untuk mengimbibisi air mempunyai waktu yang berbeda-beda sesuai dengan ukuran benih dan kemampuan benih menyerap air. Sesuai firman Allah SWT dalam QS. Al-A'raaf/ 7:34 sebagai berikut ini:

وَلِكُلِّ أُمَّةٍ أَجَلٌ فَإِذَا جَاءَ أَجْلُهُمْ لَا يَسْتَأْخِرُونَ سَاعَةً وَلَا يَسْتَقْدِمُونَ

Artinya: "Tiap-tiap umat mempunyai batas waktu maka apabila telah datang waktunya mereka tidak dapat mengundurkannya barang sesaatpun dan tidak dapat (pula) memajukannya" (QS. Al-A'raaf/ 7:34).

Maksud Firman **وَلِكُلِّ أُمَّةٍ أَجَلٌ** adalah *mempunyai batas waktu* yaitu waktu itu terus berjalan sehingga perlu adanya batas sebagai kontrol, seperti halnya dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lama perendaman supaya memiliki ketepatan dalam mengimbibisi air sehingga perkecambahan dapat berlangsung. Lama perendaman yang terlalu lama juga tidak baik untuk untuk perkecambahan

karena apabila perendaman dalam larutan PEG terlalu lama maka benih terlalu banyak menyerap materi PEG sehingga air yang dapat diserap oleh benih pada saat mengawali perkecambahan juga terlalu banyak, sehingga berpengaruh pada respirasi karena kehilangan tempat untuk oksigen. Sebaliknya ketika lama perendaman ini sedikit maka imbibisi air juga sedikit yang mengakibatkan masih kerasnya kulit benih sehingga benih lambat berkecambah.

Lama perendaman 5 jam dan 9 jam belum tepat untuk meningkatkan keserempakan tumbuh, diduga perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan kelebihan air pada embrio sehingga menyebabkan embrio mati. Daya larut oksigen yang rendah pada PEG dapat menjadi penyebab rendahnya perkecambahan karena benih yang turun mutunya setelah berimbibisi mempunyai laju respirasi yang rendah ditambah dengan ketersediaan oksigen yang sedikit menyebabkan benih kurang mampu berkecambah. Oksigen dalam proses respirasi sangat diperlukan untuk proses pembongkaran zat makanan untuk mendapatkan energi.

Ashari (1995) menyatakan bahwa peranan oksigen dalam proses perkecambahan adalah untuk mengoksidasi cadangan makanan seperti karbohidrat, lemak dan lainnya. Untuk memperoleh persentase kecambah biji yang tinggi maka dalam proses perkecambahan harus tersedia air yang cukup, namun tidak terlalu basah yang mengakibatkan kondisi oksigen menjadi rendah, sehingga biji tidak mampu berkecambah.

Perendaman dalam PEG yang lebih lama tidak memberikan hasil yang baik pada semua parameter yaitu daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan

berat kering benih jarak pagar. Hal ini diduga karena semakin lama benih jarak pagar dalam larutan PEG 6000 maka benih semakin banyak menyerap PEG, sehingga sewaktu benih mengawali perkecambahan maka benih akan menyerap air yang berlebihan. Penyerapan air yang berlebihan akan melebihi kapasitas sel untuk menerima air yang bisa berakibat pecahnya sel. Selain itu jika sel terlalu berlebihan menyerap air diperkirakan dapat mengurangi konsentrasi enzim karena semakin rendah konsentrasi enzim maka aktivitas enzim semakin lambat begitu sebaliknya. Selain itu adanya air yang berlebihan pada sel juga berpengaruh terhadap proses respirasi karena kehilangan oksigen. Utomo (2006), menyatakan bahwa air mutlak diperlukan untuk perkecambahan, meskipun demikian perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan kehilangan oksigen, sehingga membatasi proses respirasi. Respirasi merupakan suatu tahapan proses perkecambahan yang terjadi setelah proses penyerapan air. Apabila proses respirasi terbatas maka proses perkecambahan akan berjalan lambat.

Firman Allah SWT dalam QS. Al-Furqan/25: 2 menjelaskan bahwa segala sesuatu ditetapkan menurut ukurannya, seperti halnya ukuran air untuk imbibisi dan ruang untuk oksigen sehingga dapat berkecambah dengan baik.

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: "Yang kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, dan dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan dia Telah menciptakan segala sesuatu, dan dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya" (QS. Al-Furqan/52: 2).

Firman **فقد ره تقد ير** menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapinya yang dimaksud dalam penelitian ini adalah air untuk imbibisi yang digunakan untuk proses awal perkecambahan yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Air diperlukan dengan jumlah yang optimal dalam suatu proses perkecambahan. Penyerapan air ini dilakukan oleh kulit benih melalui proses difusi dan osmosis. Besarnya jumlah air yang dapat diserap oleh benih dalam perlakuan invigorasi dengan PEG, kemungkinan tergantung dari banyaknya jumlah materi PEG yang diserap benih selama perlakuan.

Penggunaan *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang optimal disebabkan karena pada PEG 6000 ini dapat lebih banyak mengikat air apabila dibandingkan dengan molekul yang lebih rendah. Kemampuan larutan PEG dalam mengikat air bergantung pada berat molekul dan konsentrasinya. Semakin panjang rantai PEG maka semakin banyak air yang diikat. Senyawa PEG mampu mengikat air dan menyebabkan penurunan sifat potensial air. Potensial air dalam media yang mengandung PEG dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah. Penggunaan PEG di bawah 6000 akan berakibat pada sedikitnya dalam mengikat air yang berakibat pada sulitnya menembus pori-pori benih dan ketika penggunaan PEG di atas 6000 akan menyebabkan cekaman kekeringan hal ini diduga karena semakin pekat konsentrasi PEG semakin banyak zat terlarut yang menahan masuknya air ke dalam jaringan tanaman akibatnya akar tanaman semakin sulit menyerap air. Penggunaan PEG dalam jangka waktu yang panjang pada tanaman relatif aman,

karena PEG 6000 tidak dapat masuk ke dalam jaringan akar tanaman atau dinding selulosa.

Berdasarkan uraian di atas dapat kita jadikan sebagai pelajaran bahwa segala sesuatu itu harus mempunyai takaran yang sesuai agar terjadi keseimbangan dan ketepatan. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Huud/11 : 85 sebagai berikut:

وَيَقَوْمٍ أَوْفُوا الْمِكْيَالَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ ۗ وَلَا تَخْسُوا النَّاسَ أَمْشِيَاءَ هُمْ وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٨٥﴾

Artinya: “Dan Syu'aib berkata: "Hai kaumku, cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil, dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka dan janganlah kamu membuat kejahatan di muka bumi dengan membuat kerusakan” (QS. Al-Huud/11 : 85).

Ayat di atas menjelaskan bahwa penggunaan PEG 6000 tepat sesuai dengan takaran dan timbangan dimana ditunjukkan dengan adanya hasil yang baik hal ini terbukti dengan terjadi keseimbangan dalam benih yaitu komposisi air dan oksigen yang tepat sehingga terjadi perkecambahan yang diinginkan dan tidak menjadikan kerusakan karena kelebihan takaran. Penggunaan PEG di atas 6000 akan terjadi penyerapan air yang berlebihan sehingga melebihi kapasitas sel untuk menerima air yang bisa berakibat pecahnya sel. Selain itu jika sel terlalu berlebihan menyerap air dapat mengurangi konsentrasi enzim karena semakin rendah konsentrasi enzim maka aktivitas enzim semakin lambat begitu juga sebaliknya, ketika penggunaan PEG di dibawah 6000 akan berakibat pada

pengikatan air yang sedikit sehingga imbibisi kurang berjalan sehingga perkecambahan berjalan lambat.

Perlakuan lama perendaman dalam PEG yang sesuai dapat mempengaruhi aktivitas enzim. Pada tahap perkecambahan kebutuhan air terus meningkat sampai jaringan dalam benih memiliki kandungan air 70-90%. Selain air, faktor luar yang mempengaruhi perkecambahan adalah oksigen, suhu, cahaya dan medium (Sutopo, 2004).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahayu (2009) menggunakan PEG 6000 menyatakan bahwa pada perendaman benih kenaf dengan perendaman 4 jam dapat meningkatkan keserempakan tumbuh sedangkan Faidah (2009) pada biji kacang hijau pada perendaman 3 jam juga dapat meningkatkan keserempakan tumbuh.

4.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 Terhadap viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Hasil analisis menggunakan analisis variansi (ANAVA) pada lampiran 2 menunjukkan $F_{hitung} >$ dari F_{tabel} $\alpha = 0,05$ diketahui bahwa terdapat pengaruh interaksi dan lama perendaman di dalam *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 terhadap daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan berat kering benih Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3. Selanjutnya hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3.

Salah satu sifat PEG yaitu dapat mengikat air dan mengontrol imbibisi, sehingga pada perlakuan invigorasi ini menggunakan PEG untuk membantu benih dalam mengimbibisi air. Larutan PEG yang digunakan untuk merendam benih dengan beberapa konsentrasi (0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%) dan beberapa taraf lama perendaman (3 jam, 6 jam dan 9 jam) sehingga materi PEG dapat masuk kedalam benih.



Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT 5% tentang Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Polietilena Glikol (PEG) 6000 terhadap Persentase Daya Berkecambah, Persentase Keserempakan Tumbuh dan Berat Kering Kecambah Benih Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

Perlakuan	Rata-rata persentase daya berkecambah (%)	Rata-rata persentase keserempakan tumbuh (%)	Berat kering kecambah (gram)
0% 3 jam	54,00ab	43,33cd	5,47ab
0% 6 jam	50,67ab	36,00ab	4,70a
0% 9 jam	51,33ab	36,00a	4,83a
2,5% 3 jam	85,33c	48,00cde	6,18abc
2,5% 6 jam	68,00bc	41,33bc	6,95bcd
2,5% 9 jam	76,67abc	36,67ab	6,07abc
5% 3 jam	85,33c	61,33f	9,63e
5% 6 jam	71,33bc	48,00de	8,49de
5% 9 jam	61,33abc	46,67de	6,69cd
7,5% 3 jam	70,67abc	53,33ef	6,98bcd
7,5% 6 jam	75,33abc	44,67cde	7,51cd
7,5% 9 jam	42,00a	56,00cdef	5,99abc

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %. Sedangkan angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata yang signifikan pada uji DMRT 0,05.

Berdasarkan uji DMRT 5% pada tabel 4.3 terlihat bahwa interaksi konsentrasi dan lama perendaman dapat meningkatkan viabilitas benih jarak pagar pada semua parameter meliputi daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan berat kering kecambah. Pada daya berkecambah kombinasi perlakuan yang paling tinggi nilainya pada kombinasi 2,5% dan lama perendaman 3 jam dan 5% dan

lama perendaman 3 jam yaitu 85,33. Pada perlakuan kombinasi tersebut diduga PEG bekerja secara optimal sehingga dapat mengimbibisi air sehingga memacu aktivitas enzim dan pembelahan sel terjadi semakin cepat yang diikuti dengan penambahan jumlah sel dan ukuran sel, sedangkan interaksi konsentrasi dan lama dalam PEG yang paling rendah dihasilkan pada perlakuan kontrol perendaman 1 jam, kontrol dengan perendaman 6 jam dan kontrol dan perendaman 9 jam serta tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2,5% perendaman 9 jam, konsentrasi 5% perendaman 9 jam, konsentrasi 7,5% perendaman 6 jam.

Pada perlakuan keserempakan tumbuh kombinasi perlakuan yang paling tinggi pada kombinasi K2L1 (konsentrasi 5% dan lama perendaman 3 jam) menghasilkan 61,33% tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 7,5% perendaman 3 jam sedangkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang nilai terendah ditunjukkan pada kombinasi K0L3 yaitu 36 (kontrol dan lama perendaman 6 jam) konsentrasi 0% perendaman 6 jam dan konsentrasi 2,5% perendaman 9 jam. Untuk berat kering kecambah kombinasi perlakuan yang paling tinggi pada perlakuan kombinasi K2L1 (konsentrasi 5% dan lama perendaman 3 jam) yaitu 27,33 gram meskipun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5% perendaman 6 jam. Perlakuan terendah terjadi pada perlakuan kombinasi K0L3 (kontrol dan lama perendaman 3 jam), dan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi konsentrasi 0% perendaman 6 jam, 0% perendaman 9 jam, konsentrasi 2,5% perendaman 3 jam, konsentrasi 2,5% perendaman 9 jam dan konsentrasi 7,5% perendaman 9 jam.

Dari hasil analisis, di atas dapat diketahui pada perlakuan perendaman PEG 6000 dengan konsentrasi 5% dan lama perendaman 3 jam yang paling efektif adalah K2L1 pada variabel daya berkecamabah, keserempakan tumbuh dan berat kering benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Diduga pada perlakuan tersebut larutan PEG bekerja secara optimal dengan mempercepat proses masuknya air ke dalam benih. Sutopo (1998) menambahkan bahwa air memegang peranan yang penting dalam proses perkecambahan biji. Masuknya air ke dalam benih dengan peristiwa difusi dan osmosis. Fungsi air dalam perkecambahan adalah untuk aktivasi enzim, melunakkan kulit biji, memberikan fasilitas masuknya oksigen, mengaktifkan fungsi protoplasma dan sebagai alat transport makanan dari endosperm ke kotiledon. Lakitan (1996), menyatakan bahwa proses perkecambahan juga diawali dengan kegiatan enzim untuk menguraikan cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi dan lama perendaman terjadi keseimbangan dalam perkecambahan pada perlakuan konsentrasi 5% dan lama perendaman 3 jam. Dijelaskan QS. Al-Mulk/67: 3-4 yang berbunyi:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ ۗ فَأَرْجِعِ الْبَصَرَ هَل تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ۗ ثُمَّ أَرْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

Artinya: “Yang Telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka Lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang? Kemudian pandanglah sekali lagi niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu dengan tidak menemukan sesuatu cacat dan penglihatanmu itupun dalam keadaan payah” (QS. Al-Mulk/67: 3-4).

Kata تفاوت pada mulanya berarti berjauhan. Dua hal yang berjauhan mengesankan ketidak serasian. Dari sini kata tersebut diartikan tidak serasi atau tidak seimbang. Bahwa Allah menciptakan langit bahkan seluruh makhluk dalam keadaan seimbang sebagai rahmat, karena seandainya ciptaan-Nya tidak seimbang, maka akan terjadilah kekacauan atau ketidak teraturan, dan ini pada gilirannya mengganggu kenyamanan manusia di muka bumi ini. Seperti halnya konsentrasi dan lama perendaman yang serasi pada konsentrasi 5% dan lama perendaman 3 jam yang dapat meningkatkan daya berkecambah, keserampaka tumbuh dan berat kering. Diduga pada keadaan ini imbibisi dan respirasi berjalannya optimal.

Kata كَرَّتَيْن berarti dua kali. Kata *karratain* ditemukan dalam alqur'an sebanyak dua kali. Maksud dari kata *karratain* dipahami oleh para ulama berkali-kali. Para ulama memahami maksud dua kali dalam ayat di atas adalah sekali untuk melihat keindahannya dan yang kedua untuk melihat keserasian dan konsistensi peredarannya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dijelaskan bahwa konsentrasi dan lama perendaman pada berbagai benih tidak sama antara benih yang satu dengan yang lainnya hal ini disebabkan adanya perbedaan kulit benih sehingga setiap benih mempunyai konsentrasi dan lama perendaman efektif yang berbeda beda. Penelitian yang dilakukan oleh Rusmin dan Wahab (1994) dengan perendaman PEG 6000 masing-masing 20% selama 24 jam dapat meningkatkan daya berkecambah, berat kering, kecepatan tumbuh pada kayu manis yang telah turun mutunya akibat kesalah dalam prosesing benih. Hasanah *et al* (2002)

menambahkan bahwa pada benih dengan perendaman 3 hari dengan PEG 6000 dapat meningkatkan daya kecambah benih makadamia yang rendah.

Sejak Mei 2005 Indonesia terjadi demam jarak pagar, mengingat krisis BBM di Indonesia 2005, ternyata minyak nabati jarak pagar dapat diolah menjadi bahan bakar pengganti energi fosil. Untuk menanggulangi kelangkaan dan keterbatasan energy fosil tersebut, beberapa gerakan telah dicanamgkan oleh Presiden RI antara lain program revitalisasi pertanian, perikanan dan kehutanan dengan salah satu fokusnya adalah pengembangan Research and Development (R&D) melalui pemanfaatan biodiesel berbahan baku hasil tanaman di Jatiluhur Jawa Barat dan melaksanakan penghematan energi di segala lapisan (Hambali, 2006).

Pemanfaatan tanaman tersebut sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. ‘Abasa/80 : 27-32 bahwasannya dari tumbuh-tumbuhan tersebut yang telah diciptakan, dikeluarkan biji-biji yang merupakan cikal bakal dari perkembangbiakan tumbuhan. Dengan adanya biji-biji tumbuhan, berbagai macam tumbuhan dapat hidup untuk dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk lainnya.

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۖ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۖ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۖ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ۖ وَفَيْكِهَةً وَأَبًّا ۖ
مَّتَعًا لَكُمْ ۖ وَلَا تَعْمِلُوا

Artinya: “Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu” (QS. ‘Abasa/80 : 27-32).

Firman **فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا** Allah SWT menumbuhkan biji-bijian di muka bumi ini sebagai awal dari perkembangbiakan seperti halnya biji jarak pagar. Firman ini **مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ** menjelaskan bahwa *semua ciptaan Allah SWT memiliki manfaat yang harus dimanfaatkan* tidak hanya untuk manusia tapi juga untuk makhluk lain. Manusia sebagai makhluk yang sempurna kerana memiliki akal dan pikiran untuk mempelajari dan mengkaji segala sesuatu ciptaan Allah SWT baik yang ada di langit dan di bumi. Sebagai makhluk yang berakal, manusia harus bisa mengolah ciptaan Allah SWT dalam hal ini segala sesuatu yang dihasilkan dari tanaman jarak pagar menjadi sesuatu yang bermanfaat baik untuk manusia, hewan dan tumbuhan. Salah satu pemanfaatan biji jarak pagar adalah untuk pengganti bahan bakar fosil.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dikaji bahwa Allah menciptakan segala sesuatu tidak dalam sia-sia, misalnya saja benih jarak pagar yang telah mengalami kemunduran masih bisa ditumbuhkan dengan cara invigorasi menggunakan PEG 6000. Sehubungan dengan hal tersebut Allah SWT berfirman dalam potongan ayat QS. Ali Imran/3: 191.

رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: "..... Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka" (QS. Ali Imran/3: 191).

Firman **رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا** Allah SWT tidak menciptakan segala sesuatu dalam keadaan yang sia-sia yaitu seperti halnya benih jarak pagar yang telah mengalami kemunduran bisa ditumbuhkan dengan cara invigorasi menggunakan

polietilena glikol (PEG) 6000. Ayat tersebut memberikan gambaran kepada manusia, besarnya kekuatan Allah SWT dalam menciptakan segala sesuatu yang ada di alam ini. Semua yang diciptakan-Nya tidak dalam keadaan yang sia-sia.

Adanya hasil penelitian tentang perkecambahan benih jarak pagar ini , semakin memperkuat bahwasannya Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu tanpa ada kesia-siaan. Untuk itu hendaknya manusia bersyukur atas nikmat yang diberikan Allah SWT. Seperti halnya dalam firman Allah SWT QS. Ali Imran/ 8:190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka”* (QS. Ali Imran/ 8:190-191).

Hikmah dalam penelitian ini adalah perkembangbiakan benih jarak pagar perlu dilakukan mengingat pohon ini sudah jarang dibudidayakan. Benih jarak pagar tidak hanya tumbuhan secara alami dengan air untuk proses pekecambahan, tetapi juga dapat dilakukan dengan bantuan bahan pengatur tumbuh. *Polietilena Glikol* (PEG) merupakan suatu senyawa anorganik yang dapat membantu perkecambahan dengan cara mengikat air dalam media yang kemudian dilepaskan lagi ke benih yang dapat membantu imbibisi air ke benih sehingga

perkecambahan dapat terjadi lebih awal. Perkecambahan merupakan awal dari pertumbuhan tanaman. Dengan adanya penelitian ini, kita dapat menjaga, melestarikan dan memanfaatkan segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi yang telah diciptakan Allah SWT untuk makhluk hidup. Kita juga sebagai seorang mukmin dapat mengetahui kebesaran Allah SWT dan dapat meningkatkan keimanan dan ketakwaan kita kepada-Nya.

