

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan mutu fisiologi benih sering ditemukan pada benih yang mengalami proses penyimpanan. Hal tersebut berakibat menurunnya viabilitas benih sehingga berpengaruh terhadap pemunculan kecambah di lapangan. Invigorasi merupakan salah satu alternatif yang dapat dipilih untuk mengatasi mutu benih yang rendah dengan cara memperlakukan benih sebelum ditanam. Invigorasi didefinisikan sebagai salah satu perlakuan fisik, fisiologi dan biokimia untuk mengoptimalkan viabilitas benih.

Perlakuan invigorasi pada dasarnya membantu memperbaiki perkecambahan benih melalui imbibisi air secara terkontrol. Dengan terkontrolnya imbibisi air maka diharapkan kadar air dalam benih berada pada jumlah yang optimum sehingga kegiatan metabolisme dapat berlangsung dan siap memasuki fase perkecambahan (Khan et.al, 1992). (Lehninger. 1982), menyatakan apabila air berada dalam jumlah yang berlebih akan menyebabkan konsentrasi enzim rendah sehingga berpengaruh terhadap kerja enzim. sebaliknya apabila kadar air dalam benih tidak tersedia maka metabolisme tidak terjadi.

Priming membuat perkecambahan lebih dari sekedar imbibisi, yakni sedekat mungkin dengan fase ketiga yaitu pemanjangan akar pada perkecambahan. Selama priming keragaman dan tingkat penyerapan awal dapat diatasi (Utomo, 2006).

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ

Artinya: "Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu dengan ukuran (QS. Al-Hijr ayat 19).

Pada ayat diatas dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan berbagai macam mahluk hidup yang masing-masing mempunyai ukuran berbeda, baik dari segi ukuran, rezeki, kebutuhan dan lain sebagainya. Ayat tersebut dapat dijadikan sebagai dasar dari teknik invigorasi.

Salah satu teknik invigorasi yang sering digunakan yaitu *osmoconditioning*. Teknik tersebut menggambarkan tentang hubungan benih dengan gerak masuknya senyawa pada potensial air yang rendah, biasanya dilakukan dengan cara perendaman. Keberhasilan *osmoconditioning* ditentukan oleh jumlah air yang masuk ke dalam benih, potensial osmotik serta jenis larutan yang digunakan (Rini, 2005).

Salah satu senyawa yang sering digunakan dalam *osmoconditioning* adalah *polyethylene glikol* (PEG). (Golander dalam Rita, 2005) menyatakan, digunakannya PEG dalam invigorasi dikarenakan senyawa tersebut merupakan polimer bersifat nonionik yang larut dalam air, dapat menurunkan potensial osmotik dan membantu imbibisi air. Pada penelitian ini digunakan PEG 6000 dengan alasan berat molekul PEG yang mencapai 6000 tidak dapat diserap oleh sel sehingga aman bagi tumbuhan (Golander dalam Rita, 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Rusmin (2008) invigorasi menggunakan

PEG 6000 pada konsentrasi 5% mempercepat perkecambahan dan keserampakan tumbuh benih jambu mente, Sutariati (1994), pada konsentrasi 5 ppm mempercepat perkecambahan dan keserampakan tumbuh benih jarak kepyar.

Penelitian ini menggunakan 2 variabel terikat yaitu konsentrasi PEG dan lama perendaman di dalam larutan PEG dengan harapan terdapat pengaruh yang berbeda pada setiap perlakuan terkait dengan jumlah PEG yang mampu diserap oleh benih. Semakin tinggi konsentrasi PEG semakin banyak jumlah air yang diikat, sebaliknya jika semakin rendah konsentrasi PEG semakin sedikit jumlah air yang diserap benih. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan, perendaman selama 18 jam dengan konsentrasi 10% menunjukkan pengaruh yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Belum ditemukannya referensi penelitian terkait peningkatan viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Menggunakan Polyethylene Glicol (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ada pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)?
2. Apakah ada pengaruh lama perendaman *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)?

3. Apakah ada pengaruh interaksi konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 lama perendaman terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 lama perendaman terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi seputar permasalahan yang dihadapi dalam pengadaan benih jarak pagar
2. Sebagai alternatif untuk meningkatkan viabilitas benih
3. Untuk menjaga kualitas plasma nutfah jarak pagar
4. Menambah pengetahuan tentang invigorasi
5. Sebagai informasi dasar peneliti selanjutnya.

1.5 Hipotesis

1. Ada pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)
2. Ada pengaruh lama perendaman *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)
3. Ada pengaruh interaksi konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 lama perendaman terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

1.6 Batasan Penelitian

1. Benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang digunakan berasal dari BALITTAS Karangploso Malang yang memiliki umur simpan 20 bulan
2. Teknik invigorasi dengan *osmoconditioning* menggunakan *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000
3. Konsentrasi *Polyethylene Glicol* (PEG) 6000 dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm
4. Lama perendaman selama 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam
5. Viabilitas benih yang diamati 14 hari setelah tanam
6. Variabel pengamatan meliputi persentase daya kecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan satu di antara banyak tanaman yang menghasilkan minyak dan dimanfaatkan sebagai biodiesel. Minyak tersebut berasal dari bagian biji.



Gambar 2.1: Biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

Pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa biji berbentuk bulat lonjong serta memiliki ukuran yang relatif besar dengan panjang 2-2,5 cm. Karakteristik biji memiliki kulit yang keras, berwarna coklat kehitaman dan berkulit kasar (Hamdi, 2005). Berdasarkan kadar air selama penyimpanan biji jarak pagar tergolong dalam benih ortodok biji yang memiliki umur simpan panjang dengan syarat selama penyimpanan kadar air dalam benih 5-20%. Tipe perkecambahan tanaman tersebut termasuk ke dalam perkecambahan epigeal yaitu ketika berkecambah

cotyledon (tempat cadangan makanan dan daun pertama pada dikotil) terangkat ke permukaan tanah (Hambali dkk, 2006).

2.2 Anatomi Biji dan Imbibisi Air

Jarak pagar termasuk ke dalam *gymnospermae* yaitu tumbuhan dengan biji tertutup (memiliki kulit biji). Adanya kulit pada biji bertujuan untuk melindungi bagian-bagian dalam benih serta berfungsi dalam mengendalikan perkecambahan. Hal tersebut didasari oleh sifat impermeabel kulit biji terhadap air dan oksigen yang disebabkan oleh adanya lapisan kutikula serta senyawa fenolik yang berada di dalam biji (Hidayat, 1995).

Proses masuknya air ke dalam benih dengan cara imbibisi, yaitu masuknya air atau larutan melalui kulit. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya perbedaan potensial air. Secara keseluruhan proses imbibisi air ke dalam benih dikenal dengan difusi osmosis yaitu masuknya air dari konsentrasi tinggi menuju ke konsentrasi rendah melewati membran selektif permeabel. Selain melalui kulit biji, air juga dapat masuk ke dalam benih melalui celah mikropil yaitu bagian benih yang berfungsi sebagai keluar masuknya nutrisi yang dibutuhkan lembaga (Salisbury, 1992).

Menurut Kamil (1986), faktor yang mempengaruhi penyerapan air pada benih adalah (1) permeabilitas membran biji (2) konsentrasi air (3) tekanan hidrostatik (4) luas permukaan biji yang kontak dengan air (5) spesies dan varietas (6) tingkat kemasakan (7) komposisi kimia (8) umur.

2.3 Klasifikasi

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Super Divisi: Spermatophyta

Divisi: Magnoliophyta

Kelas: Magnoliopsida

Sub Kelas: Rosidae

Ordo: Euphorbiales

Famili: Euphorbiaceae

Genus: Jatropha

Spesies: *Jatropha curcas* L.

(VAN Steenis, 1978).

2.4 Mekanisme Perkecambahan

Salisbury (1992) menyatakan bahwa perkecambahan merupakan suatu proses dimana radikula (akar embrionik) memanjang keluar menembus kulit biji. Di balik gejala morfologi dengan permunculan radikula tersebut, terjadi proses fisiologi-biokemis yang kompleks, dikenal sebagai proses perkecambahan fisiologis yang meliputi:

1. Penyerapan air

Setelah biji menyerap air maka akan terjadi hidrasi protoplasma (pengambilan air). Hal tersebut sangat penting dikarenakan sebagian besar fungsi kimia dalam sel berada di protoplasma. Setelah penyerapan, selanjutnya biji akan

menghasilkan hormon tumbuh yaitu *giberelin* (GA) yang berfungsi untuk menstimulir kegiatan enzim-enzim di dalam benih.

Menurut Kamil (1986), peranan air dalam proses perkecambahan adalah (1) melunakkan kulit biji (2) memfasilitasi masuknya O₂ kedalam biji (3) mengencerkan protoplasma serta aktivasi macam-macam fungsinya (4) alat transport larutan makanan.

2. Pencernaan

Merupakan proses terjadinya pemecahan zat atau senyawa bermolekul besar dan kompleks menjadi senyawa bermolekul lebih kecil, sederhana, larut dalam air dan dapat diangkut melalui membran dan dinding sel. Sebagaimana yang diketahui bahwa cadangan makanan dalam biji merupakan senyawa yang bermolekul besar sehingga tidak mampu ditranslokasikan ke embrionic axis sehingga harus dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Untuk pemecahan maka diperlukan adanya enzim.

3. Pengangkutan zat makanan

Hasil pencernaan diangkut dari jaringan penyimpanan makanan menuju titik-titik tumbuh pada embrionik axis, radikula dan plumulae. Dikarenakan biji belum memiliki jaringan pengangkut, sehingga pengangkutan dilakukan secara difusi atau osmosis dari satu sel hidup ke sel hidup lainnya dengan bantuan air.

4. Respirasi

Merupakan proses perombakan cadangan makanan menjadi senyawa lebih sederhana dengan membebaskan sejumlah tenaga. Pembebasan tenaga tersebut dibutuhkan untuk aktifitas sel diantaranya yaitu pembelahan. Proses respirasi

pertama kali terjadi di embrionik axis, setelah cadangan makanan habis baru beralih ke endosperm (monokotil) atau kotiledon (dikotil).

5. Asimilasi

Merupakan proses penyusunan kembali senyawa sederhana menjadi senyawa yang lebih kompleks, misalnya protein yang sudah dirombak menjadi asam amino disusun kembali menjadi protein baru. Energi untuk penyusunan tersebut berasal dari proses respirasi.

6. Pertumbuhan

Ada dua bentuk pertumbuhan embrionik axis yaitu pembesaran sel-sel yang sudah ada dan pembentukan sel-sel yang baru pada titik-titik tumbuh. Pada umumnya bagian embryonic axis yang pertama kali keluar adalah radicle (akar) kemudian baru diikuti oleh plumule (calon daun).

2.5 Viabilitas Benih

Viabilitas benih merupakan suatu keadaan umum dalam benih yang dapat mengindikasikan daya hidup benih. Viabilitas benih dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Menurut Sajad (1994), viabilitas benih dibagi menjadi dua:

1. Viabilitas Optimum (potensial)

Viabilitas optimum merupakan kemampuan lot benih untuk melakukan pertumbuhan normal pada kondisi yang optimum. Benih memiliki kemampuan potensial dikarenakan kondisi lapangan tidak selalu dalam kondisi yang optimum. Apabila lot menghadapi kondisi yang suboptimum kemampuan potensial pada lot

tersebut belum tentu dapat mengatasi keadaan tersebut. Parameter yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya kecambah, kecepatan berkecambah, panjang kecambah dan berat kering kecambah.

2. Viabilitas Suboptimum (vigor)

Viabilitas suboptimum atau vigor merupakan sejumlah sifat-sifat benih yang mengindikasikan pertumbuhan dan perkembangan kecambah yang cepat dan seragam pada cakupan kondisi lapang yang luas. Cakupan vigor benih meliputi aspek-aspek fisiologis selama proses perkecambahan dan perkembangan kecambah. Vigor benih bukan merupakan pengukuran sifat tunggal, tetapi merupakan sejumlah sifat yang menggambarkan beberapa karakteristik yang berhubungan dengan penampilan suatu lot benih yang antara lain: kecepatan dan keserempakan daya berkecambah dan pertumbuhan kecambah, kemampuan munculnya titik tumbuh kecambah pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan kemampuan benih untuk berkecambah setelah mengalami penyimpanan.

2.6 Kemunduran Benih

Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur serta tidak dapat kembali (irreversible) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam. Kemunduran benih selama penyimpanan dapat menimbulkan perubahan secara menyeluruh di dalam benih baik fisik, fisiologi maupun kimiawi yang berakibat pada berkurangnya viabilitas benih (kemampuan benih berkecambah pada keadaan yang optimum). Proses penuaan atau

mundurnya vigor secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan (Copeland dan Donald dalam Driarsiwi, 2010).

Selama penyimpanan metabolisme dalam benih tetap berlangsung. Terjadi katabolisme secara terus menerus terhadap simpanan cadangan makanan untuk kelangsungan hidup lembaga, tetapi anabolisme yang menghasilkan sintesa protein baik sebagai umpan katabolisme ataupun untuk pembentukan sel-sel baru bagi pertumbuhan tidak dapat berlangsung dan hal tersebut yang menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi pada benih (Sadjad, 1994).

Menurut Sutopo (2004), viabilitas benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (1) kandungan air benih (2) viabilitas awal benih (3) temperatur (4) kelembaban (5) gas disekitar benih (6) mikroorganisme.

2.7 Osmoconditioning

Perlakuan benih secara fisiologis untuk memperbaiki perkecambahan benih melalui imbibisi air secara terkontrol telah menjadi dasar dalam invigorasi benih. Saat ini perlakuan invigorasi merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi mutu benih yang rendah yaitu dengan cara memperlakukan benih sebelum tanam untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme benih sehingga benih siap memasuki fase perkecambahan. Selama proses invigorasi, terjadi peningkatan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta mengurangi tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan (Khan, 1992).

Osmoconditioning merupakan salah satu teknik invigorasi yang menggambarkan tentang hubungan benih dengan gerak masuknya senyawa pada potensial air yang rendah, biasanya dilakukan dengan cara perendaman dan dilakukan pembilasan sesudahnya. Hal tersebut masih dijadikan suatu pedoman oleh banyak peneliti untuk dijadikan standar teknik *priming*. Keberhasilan *osmoconditioning* sangat ditentukan oleh jenis larutan osmotik yang digunakan, potensial osmotik, suhu, lama inkubasi dan akan berbeda pengaruhnya antar spesies, antar varietas bahkan diantara lot benih dari varietas yang sama (Rini, 2005).

Pada dasarnya invigorasi merupakan suatu metode mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan melalui pengontrolan penyerapan sehingga perkecambahan dapat terjadi. *Priming* membuat perkecambahan lebih dari sekedar imbibisi, yakni sedekat mungkin dengan fase ketiga yaitu pemanjangan akar pada perkecambahan. Selama *priming* keragaman dan tingkat penyerapan awal dapat diatasi (Utomo, 2006).

2.8 Penggunaan *Polyethylene Glikol* (PEG) dalam *Osmoconditioning*

Perlakuan *osmoconditioning* menggunakan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa PEG mampu menurunkan potensial osmotik dalam benih serta mengikat air. Melalui aktivitas matriks sub-unit etilena oksida PEG mampu mengikat molekul air dengan ikatan hidrogen, keadaan yang demikian dimanfaatkan untuk simulasi penurunan potensial air (Suwarsi dan Guhardja, 2005). Besarnya penurunan air sangat bergantung pada konsentrasi

penurunan dan berat molekul PEG (Golander, 1992). Penggunaan disarankan PEG 6000 pada invigorasi lebih disarankan karena dengan berat molekul lebih dari 4000 tidak dapat diserap oleh sel tanaman sehingga tidak menyebabkan keracunan (Lawyer, 1970).

Pada dasarnya PEG digunakan dalam invigorasi sebagai pengontrol air. Semakin tinggi konsentrasi PEG maka kemampuan senyawa tersebut untuk mengikat air juga tinggi. Dengan terkontrolnya air dalam benih diharapkan jumlah air yang dibutuhkan benih untuk melangsungkan metabolisme berada pada jumlah yang optimum. Sebagaimana yang diketahui bahwa kelebihan air dalam sel berdampak buruk karena sel akan mengalami lisis. Selain itu jumlah air akan berpengaruh terhadap konsentrasi enzim, makin besar konsentrasi enzim makin tinggi pula kecepatan reaksi, dengan kata lain konsentrasi enzim berbanding lurus dengan kecepatan reaksi. Apabila air yang diserap sel dalam jumlah banyak maka akan menurunkan konsentrasi enzim sehingga reaksinya berjalan lambat (Lehninger, 1982).

Beberapa penelitian menunjukkan invigorasi mampu meningkatkan viabilitas benih. Rusmin (2008), invigorasi menggunakan PEG 6000 pada konsentrasi 3% mempercepat perkecambahan dan keserampakan tumbuh benih jambu mente, Sutariati (1994), pada konsentrasi 5 ppm mempercepat perkecambahan dan berat kering benih jarak kepyar. Sinambela (2008), 3 ppm mampu mempercepat perkecambahan dan panjang akar pada biji kopi arabica.

2.9 Air dan Tumbuhan dalam al-Qur'an

Banyak ayat al- Qur'an yang menyebutkan tentang pentingnya air bagi tumbuhan salah satunya yang termaktub dalam surat al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا حُجْرًا مِنْهُ
حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ
مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Dia yang menurunkan dari langit, air; dan dengannya Kami mengeluarkan tunas segala tumbuh-tumbuhan, dan kemudian Kami mengeluarkan daun-daun hijau, dan mengeluarkan daripadanya biji-bijian yang bersusun rapat, dan keluar daripada pohon palma, daripada seludangnya, kurma-kurma bertandan lebat yang boleh dicapai, dan kebun-kebun (jannah) anggur, dan zaitun, dan delima, yang serupa sesamanya dan tidak mutasyabihat (serupa) sesamanya. Perhatikanlah pada buah-buahnya apabila mereka berbuah, dan masak. Sesungguhnya pada semua ini adalah ayat-ayat bagi kaum yang mempercayai.

Allah SWT menjelaskan bahwa air itu sebagai sebab bagi tumbuhnya segala macam tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam bentuk jenis dan rasanya supaya manusia dapat mengetahui betapa kekuasaan Allah SWT mengatur kehidupan tumbuh-tumbuhan itu. Manusia yang suka memperhatikan sikilas peredaran air akan dapat mengetahui betapa tingginya hukum-hukum Allah SWT. Hukum-Nya berlaku secara tetap dan berlangsung terus tanpa henti-hentinya (Ghofar dan Mu'thi, 2007).

Pada akhir ayat ini Allah SWT menegaskan bahwa dalam proses kejadian pembuahan itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah SWT yang sangat teliti pengurusannya serta tinggi ilmu-Nya. Tanda-tanda kekuasaan Allah SWT itu menjadi bukti bagi orang yang beriman. Dari ayat-ayat ini dapat dipahami bahwa

perhatian manusia pada segala macam tumbuh-tumbuhan hanya terbatas pada keadaan lahir sebagai bukti adanya kekuasaan Allah, tidak sampai mengungkap rahasia dari kekuasaan Allah SWT terhadap penciptaan tumbuh-tumbuhan itu. Hal ini dapat diketahui dari kenyataan, bahwa kekuasaan-Nya adalah menjadi bukti wujud-Nya bagi orang yang beriman (Ghofar dan Mu'thi, 2007).

Setelah Allah SWT menerangkan tanda kebesaran dan kekuasaan-Nya di langit dan di bumi kemudian menerangkan tentang tanda-tanda kekuasaan-Nya sebagaimana yang termaktub dalam Qs. al-Hijr ayat 19. Pada ayat tersebut dapat dilihat, diketahui, dirasakan dan dipikirkan oleh manusia. Di antaranya ialah Allah SWT menciptakan bumi seakan-akan terhampar, sehingga mudah didiami manusia, memungkinkan mereka bercocok tanam di atasnya, mudah mereka bepergian ke segala penjuru dunia mencari rezeki yang halal dan bersenang-senang

Diciptakan-Nya pula atas bumi itu jurang-jurang yang dalam, dialiri sungai-sungai yang kecil, kemudian bersatu menuju lautan luas. Diciptakan-Nya pula di atas bumi itu gunung-gunung yang menjulang ke langit, dihiasi oleh aneka ragam tanaman dan tumbuh-tumbuhan yang menghijau, yang menyenangkan hati orang-orang yang memandangnya. Allah SWT yang menciptakan segala sesuatu di muka bumi yang berupa tanaman hewan dan lain sebagainya. Allah SWT menciptakan sesuatu tidak dengan asal-asalan akan tetapi memiliki ukuran-ukuran tertentu sebagaimana yang dikehendaki-Nya (Shihab, 2002).

Pada Qs. al-Hijr ayat 19 kata terdapat kata (مَوْرُونٍ) yang berarti ukuran menurut para ahli tafsir yaitu takaran yang disesuaikan sesuai dengan kehendak Allah SWT. Dengan adanya ukuran tersebut antara satu dengan yang lain tidak ada rasa iri (Muhammad, 2003). Dalam kajian sains dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berkaitan dengan makhluk hidup yang dapat di kaitkan dengan air. Kebutuhan makhluk hidup akan air antara satu dengan yang lain bebrbeda. Hal tersebut bergantung pada kondisi makhluk hidup itu sendiri maupun kondisi lingkungan (Bin Aziz, 1997).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian pengaruh konsentrasi dan lama perendaman menggunakan *polyethylene glycol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) bersifat eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 2 faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi PEG 6000 (K) yang terdiri atas 4 taraf perlakuan. Faktor kedua yaitu lama perendaman (L) di dalam larutan PEG 6000 yang terdiri atas 4 taraf perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini merupakan hasil kombinasi antar faktor dari seeluruh taraf perlakuan sehingga didapatkan 16 kombinasi perlakuan.

Menurut Hanafiah (2003), penentuan banyaknya ulangan perlakuan menggunakan rumus:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan: **t** = Treatment/perlakuan

r = Replikasi/ulangan

Berdasarkan rumus tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan 3 kali ulangan, sehingga secara keseluruhan menghasilkan 48 kombinasi perlakuan yaitu 3 x 16 atau terdapat 3 x 4 x 4 unit percobaan.

Faktor I konsentrasi PEG 6000 yang terdiri atas 5 taraf, yaitu:

K0 = Konsentrasi 0 ppm

K1 = Konsentrasi 5 ppm

K2 = Konsentrasi 10 ppm

K3 = Konsentrasi 15 ppm

Faktor II lama perendaman yang terdiri atas 4 taraf, yaitu:

L1 = 6 jam

L2 = 12 jam

L3 = 18 jam

L4 = 24 jam

Tabel 3.1: Kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman

Konsentrasi (K)	Lama Perendaman (L)			
	L1	L2	L3	L4
K0	K0L1	K0L2	K0L3	K0L4
K1	K1L1	K1L2	K1L3	K1L4
K2	K2L1	K2L2	K2L3	K2L4
K3	K3L1	K3L2	K3L3	K3L4

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2010. Bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Green House Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah: konsentrasi PEG 6000 dan lama perendaman di dalam larutan.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah: presentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: timbangan analitik, beker gelas 1000 ml, pengaduk kaca, bak perkecambahan, kamera, penggaris dan alat tulis.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000, aquadest, aluminium foil dan pasir.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan larutan PEG 6000

Pada penelitian ini terdapat 4 taraf konsentrasi yaitu 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm. Satuan ppm (part per million) yaitu mg/L yang artinya dalam 1 liter air terdapat 1 mg PEG 6000. Cara pembuatan larutan adalah sebagai berikut:

1. Menimbang PEG 6000 untuk masing-masing konsentrasi, yaitu:
 - a. 0 ppm = 0 mg
 - b. 5 ppm = 5 mg
 - c. 10 ppm = 10 mg
 - d. 15 ppm = 15 mg
2. Melarutkan PEG 6000 yang telah ditimbang ke dalam aquadest masing-masing sebanyak 1000 liter dan diaduk sampai homogen.

3.5.2 Perendaman Dalam Larutan PEG 6000

Benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang telah dipilih sebagai sampel penelitian direndam dalam larutan PEG 6000 selama 6 jam, 12 jam, 16 jam, 24 jam pada masing-masing konsentrasi PEG 6000 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm. Untuk setiap perlakuan benih direndam dengan 200 ml larutan PEG 6000.

3.5.3 Penyiapan Media Tanam

Substrat yang digunakan untuk proses perkecambahan adalah pasir. Menurut Kamil (1986), penggunaan substrat pasir banyak dipakai untuk pengujian vigor (vigor test) seperti Uji Muncul Tanah (UMT), Uji Muncul Lapangan (UML). Uji muncul tanah menggunakan substrat pasir digunakan untuk pengujian benih yang berukuran besar.

3.5.4 Uji Daya Kecambah

Benih yang sudah diberi perlakuan perendam dalam larutan PEG 6000 kemudian dikecambahkan pada bak perkecambahan. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Memasukkan substrat pasir ke dalam bak perkecambahan
2. Menanam 50 benih jarak pagar yang sudah diberi perlakuan sedalam 2 cm pada substrat pasir secara teratur.
3. Meratakan substrat pasir sampai menutupi benih
4. Memberi label pada bak perkecambahan
5. Memelihara dengan cara disiram dengan air secara rutin
6. Mengukur variabel terikatnya.

3.6 Pengamatan

3.6.1. Persentase daya kecambah

Persentase daya berkecambah menunjukkan jumlah kecambah normal yang dapat dihasilkan oleh benih pada kondisi lingkungan tertentu dalam jangka waktu yang ditetapkan. Menurut sutopo (2004), cara menghitung persentase daya kecambah menggunakan rumus:

$$\% \frac{\Sigma KN}{\Sigma TB} 100\%$$

Keterangan: %DB = Persentase daya kecambah

ΣKN = Jumlah kecambah normal

ΣTB = Jumlah total benih yang dikecambahkan

3.6.2. Koefisiensi Kecepatan Tumbuh

Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap persentase kecambah normal dalam satuan waktu tertentu (*etmal* atau 24 jam). Kecepatan tumbuh

diperhitungkan sebagai akumulasi kecepatan tumbuh setiap hari dalam unit tolak ukur persentase per hari. Penghitungan kecepatan tumbuh ini berdasarkan rumus Throneberry dan Smith (Sutopo, 2004).

$$KcT = \frac{K}{t} + \frac{K}{t} + \dots + \frac{K}{t} = 100\%$$

Keterangan: KcT = kecepatan tumbuh

K = jumlah kecambah normal

t = waktu perkecambahan

n = akhir perkecambahan

3.6.3. Panjang hipokotil

Pengukuran panjang hipokotil diukur menggunakan mistar dari ujung bawah (batas keluarnya akar) sampai pangkal leher hipokotil. Pengukuran dilakukan setelah kecambah berumur 14 hari setelah tanam (HST).

3.6.4. Panjang akar

Pengukuran panjang akar diukur menggunakan mistar. Pengukuran dilakukan pada akar utama.

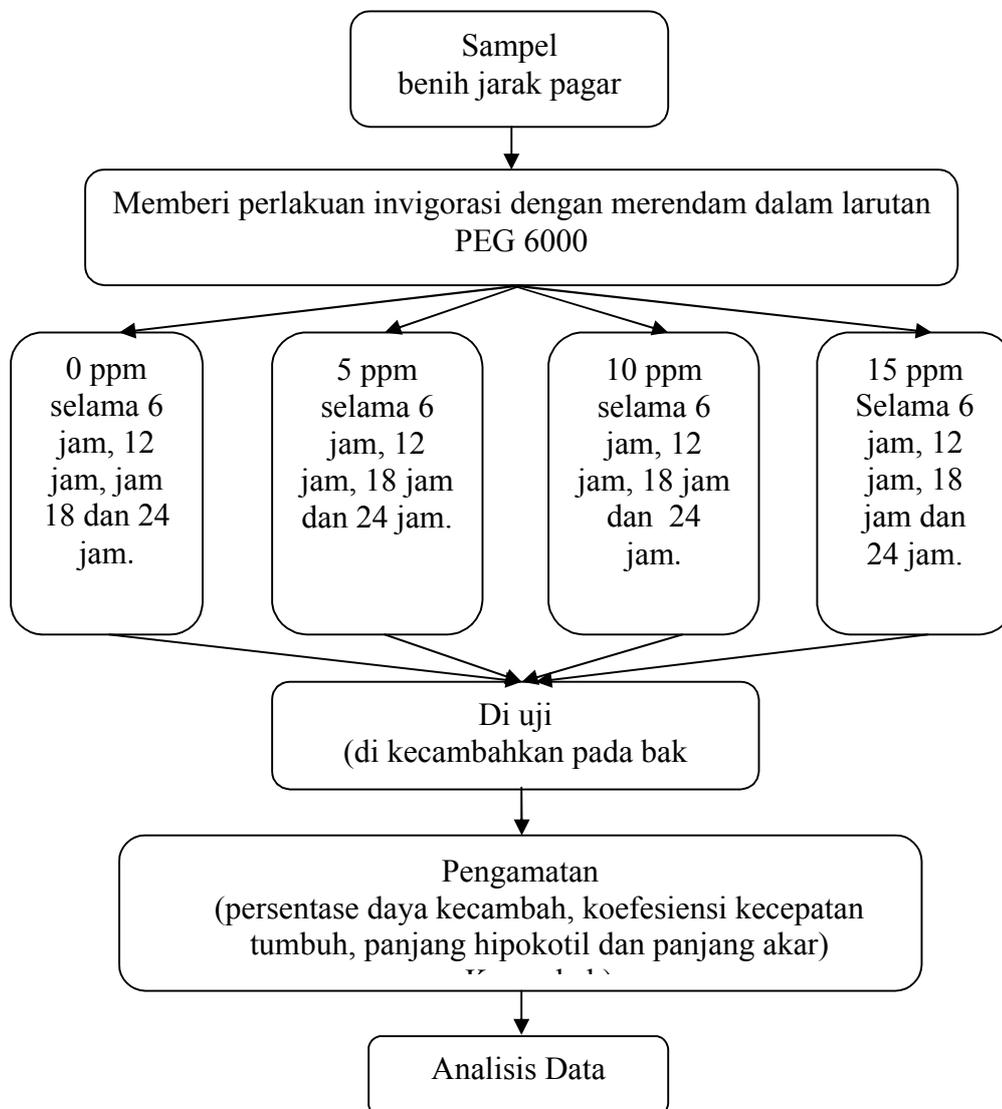
3.7 Analisi Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilakukan analisis variansi (ANOVA) ganda. Apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

3.8 Regresi Homogen

Dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman menggunakan PEG 6000 yang optimum serta seberapa besar pengaruhnya terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

3.9 Desain Penelitian



Gambar 3.9: Desain penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi PEG 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh konsentrasi PEG 6000 terhadap semua variabel yang meliputi persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar. Selanjutnya uji lanjut *Duncan Multiple Range Tests* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengaruh konsentrasi PEG 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar

Konsentrasi	Persentase daya berkecambah (%)	Koefisiensi kecepatan tumbuh (biji/etmal)	Panjang hipokotil (cm)	Panjang akar (cm)
K0 (0 ppm)	41,00 a	9,92 a	15,75 a	5.32 a
K1 (5 ppm)	58,00 c	11,73 b	17,40 b	5.81 b
K2 (10 ppm)	54,83 b	11,83 b	16,70 b	5.77 b
K3 (15 ppm)	42,50 ab	9,16 a	15,25 a	5.21 a

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

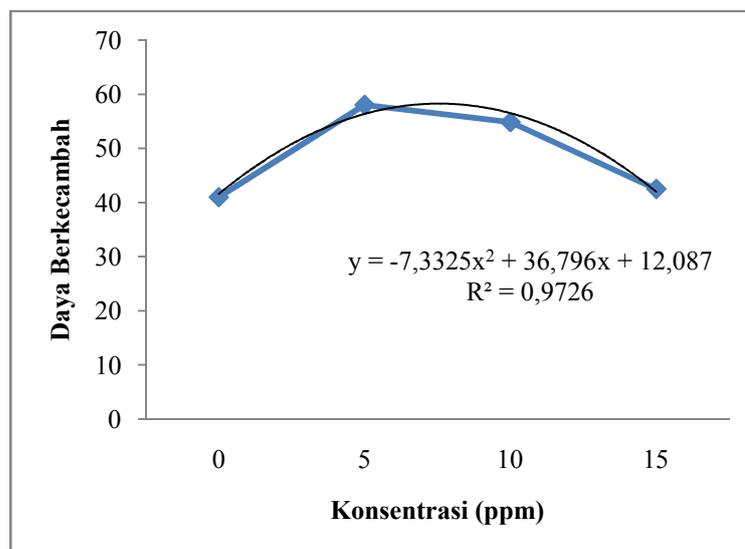
Pada tabel 4.1 terlihat bahwa perlakuan dengan konsentrasi PEG 6000 memberikan hasil yang berbeda pada setiap variabel. Pada variabel persentase daya berkecambah perlakuan 5 ppm menghasilkan nilai tertinggi (58), sedangkan nilai terendah diperoleh perlakuan 0 ppm (41). Untuk variabel koefisiensi kecepatan tumbuh nilai sama tinggi dihasilkan perlakuan 5 ppm (11,73) dan 10 ppm (11,83), sedangkan nilai sama rendah didapatkan dari perlakuan 0 ppm

(9,92) dan 15 ppm (9,16). Pada variabel panjang hipokotil nilai tertinggi ditunjukkan perlakuan 5 ppm (15,75) dan 10 ppm (17,40) sedangkan nilai sama rendah pada perlakuan 0 ppm (16,70) dan 15 ppm (15,25). Selanjutnya pada variabel panjang akar nilai tertinggi ditunjukkan perlakuan 5 ppm (5,81) dan 10 ppm (5,77) sedangkan nilai sama rendah pada perlakuan 0 ppm (5,32) dan 15 ppm (5,21).

Dapat diketahui bahwa PEG mampu meningkatkan viabilitas benih jarak pagar yang ditunjukkan dengan tingginya nilai persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar jika dibandingkan dengan perlakuan yang tidak menggunakan PEG. Secara keseluruhan variabel yang diamati mencerminkan viabilitas benih. Sutopo (2004) viabilitas benih adalah suatu keadaan yang menggambarkan sifat benih secara umum. PEG merupakan satu diantara senyawa yang banyak digunakan dalam invigorasi di karenakan memiliki kemampuan mengikat air (Plaut *at eal*, 1985).

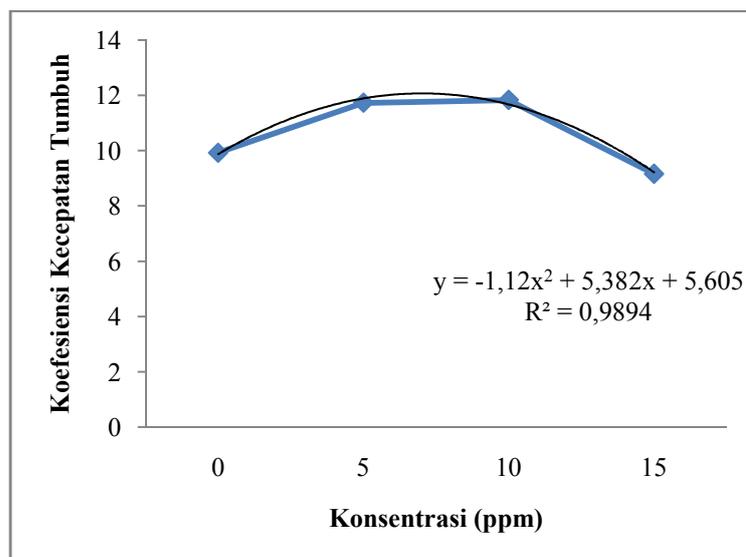
Dari hasil analisis diatas dapat diketahui bahwa perlakuan 5 ppm merupakan konsentrasi paling efektif ditunjukkan dengan tingginya nilai yang dihasilkan pada semua variabel.

Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh konsentrasi terhadap masing-masing variabel penelitian serta konsentrasi optimum, data dianalisis dengan regresi polinomial yang disajikan sebagai berikut:



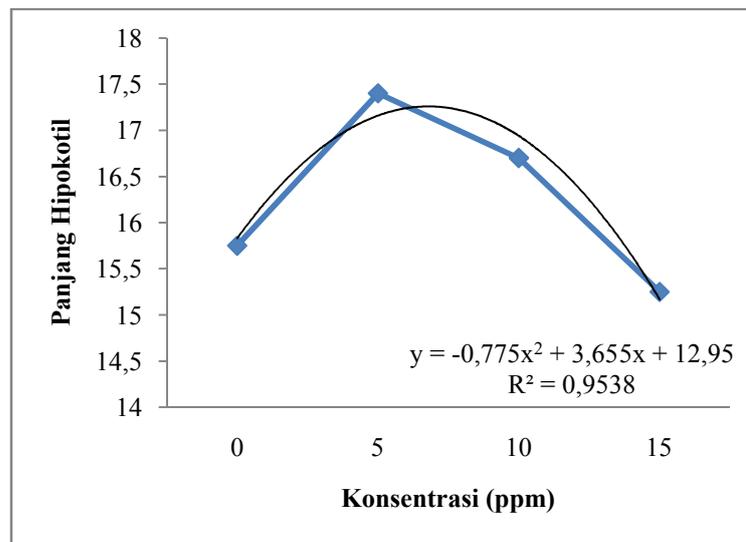
Gambar 4.1.1: Hubungan antara konsentrasi PEG 6000 dengan persentase daya berkecambah

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi memiliki korelasi dengan persentase daya berkecambah sebesar 97,2% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,972$. Konsentrasi PEG 6000 yang menghasilkan nilai optimum terhadap persentase daya berkecambah berdasarkan persamaan yaitu $y=-7,3325x^2+ 36,796x+12,087$ yaitu 6,89 ppm. Dapat di ketahui juga bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG 6000 belum tentu memberikan nilai persentase daya berkecambah yang tinggi. Pada konsentrasi 0 ppm dimungkinkan imbibisi air tidak maksimal sehingga kadar air optimum dalam benih tidak dapat tercapai, sedangkan pada konsentrasi 15 ppm dimungkinkan konsentrasi larutan diluar benih terlalu pekat sehingga air tidak bisa masuk ke dalam benih dan menarik air dalam benih. Konsentrasi PEG yang optimum untuk meningkatkan persentase daya berkecambah benih jarak pagar yaitu 5 ppm.



Gambar 4.1.2: Hubungan antara konsentrasi PEG 6000 dengan koefisiensi kecepatan berkecambah

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi memiliki korelasi dengan koefisiensi kecepatan tumbuh sebesar 98,9% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,989$. Konsentrasi PEG 6000 yang menghasilkan nilai optimum terhadap koefisiensi kecepatan tumbuh berdasarkan persamaan $y = -1,12x^2 + 5,382x + 5,605$ yaitu 6,89 ppm. Dapat diketahui juga bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG 6000 belum tentu memberikan nilai koefisiensi kecepatan berkecambah yang tinggi. Pada konsentrasi 0 ppm dan 15 ppm sama-sama memiliki nilai terendah, konsentrasi 0 ppm dimungkinkan imbibisi air tidak maksimal sehingga kadar air optimum dalam benih tidak dapat tercapai sedangkan pada konsentrasi 15 ppm dimungkinkan konsentrasi larutan diluar benih terlalu pekat sehingga air tidak mampu masuk ke dalam benih. Konsentrasi PEG yang optimum yaitu 5 ppm dan 10 ppm.

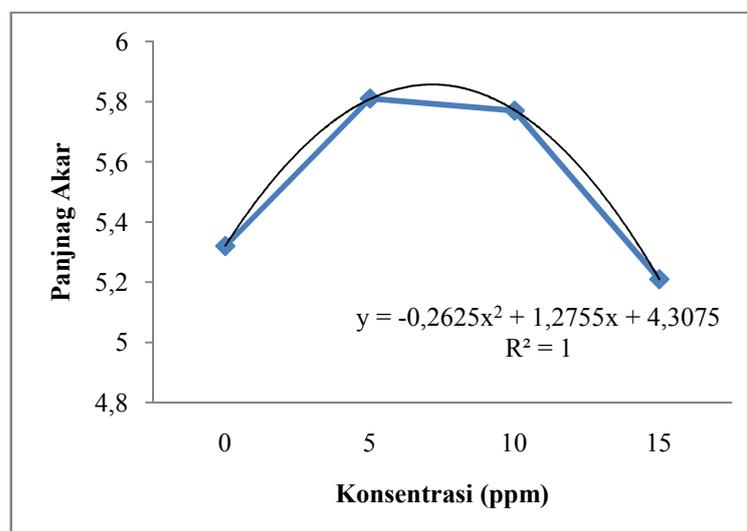


Gambar 4.1.3: Hubungan antara konsentrasi PEG 6000 dengan panjang hipokotil

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi memiliki korelasi dengan panjang hipokotil sebesar 95,38% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,9538$. Konsentrasi PEG 6000 yang menghasilkan nilai optimum terhadap panjang hipokotil berdasarkan persamaan $y=-0,775x^2+3,655x+12,95$ yaitu 6,22 ppm. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG 6000 belum tentu memberikan nilai panjang hipokotil yang tinggi. Pada konsentrasi 0 ppm dan 15 ppm sama-sama memiliki nilai terendah, konsentrasi 0 ppm dimungkinkan imbibisi air tidak maksimal sehingga kadar air optimum dalam benih tidak dapat tercapai sedangkan pada konsentrasi 15 ppm dimungkinkan konsentrasi larutan diluar benih terlalu pekat sehingga air tidak mampu masuk ke dalam benih. Konsentrasi PEG yang optimum yaitu 5 ppm.

Proses difusi yang berjalan lancar menyebabkan semakin aktifnya enzim-enzim dalam proses metabolisme di dalam biji sehingga proses penguraian cadangan makanan yang berasal dari endosperm menjadi lebih tersedia dan

semakin aktif sehingga perbesaran dan perpanjangan sel berjalan lebih cepat (Bambang, 1995).



Gambar 4.1.4: Hubungan antara konsentrasi PEG 6000 dengan panjang akar

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi memiliki korelasi dengan panjang akar sebesar 100% yang ditunjukkan dengan $R^2=1$. Konsentrasi PEG 6000 yang menghasilkan nilai optimum terhadap panjang akar berdasarkan persamaan $y = -0,2625x^2 + 1,2755x + 4,3075$ yaitu 7,43 ppm. Dapat diketahui juga bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG 6000 belum tentu memberikan nilai panjang akar yang tinggi. Pada konsentrasi 0 ppm dan 15 ppm sama-sama memiliki nilai terendah, konsentrasi 0 ppm dimungkinkan imbibisi air tidak maksimal sehingga kadar air optimum dalam benih tidak dapat tercapai sedangkan pada konsentrasi 15 ppm dimungkinkan konsentrasi larutan diluar benih terlalu pekat sehingga air tidak

mampu masuk ke dalam benih. Konsentrasi PEG yang optimum yaitu 5 ppm dan 10 ppm.

PEG bergerak dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah. Hal tersebut sesuai dengan hukum difusi air yaitu proses Bergeraknya air dari potensial tinggi menuju potensial rendah. Apabila konsentrasi PEG di luar benih terlalu tinggi maka PEG tidak bisa masuk ke dalam benih, hal tersebut disebabkan kepekatan larutan. Selain itu konsentrasi PEG yang terlalu tinggi juga akan menarik air dari dalam benih sehingga benih kehilangan air. Dengan adanya perlakuan konsentrasi PEG dalam invigorasi diharapkan didapatkan hasil yang optimum.

Proses masuknya air ke dalam benih dengan cara imbibisi, yaitu masuknya air atau larutan melalui kulit. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya perbedaan potensial air (difusi). Secara keseluruhan proses imbibisi air ke dalam benih dikenal dengan difusi osmosis yaitu masuknya air dari konsentrasi tinggi menuju ke konsentrasi rendah melewati membran selektif permeabel. Selain melalui kulit biji, air juga dapat masuk ke dalam benih melalui celah mikropil yaitu bagian benih yang berfungsi sebagai keluar masuknya nutrisi yang dibutuhkan lembaga (Salisbury, 1992).

Air mutlak dibutuhkan dalam proses perkecambahan. Dengan masuknya air ke dalam benih dengan segera metabolisme dalam benih akan dimulai. Tahap pertama perkecambahan dimulai dari proses penyerapan air oleh benih dan hidrasi protoplasma. Setelah biji menyerap air, maka biji akan menghasilkan hormon tumbuh yaitu *giberelin* (GA) yang berfungsi untuk menstimulir kegiatan enzim di

dalam benih. Tahap kedua kegiatan sel-sel dan enzim serta meningkatnya respirasi benih. Tahap ketiga merupakan terjadinya peruraian bahan-bahan seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi bentuk-bentuk melarut yang kemudian akan ditranslokasikan ke titik tumbuh. Tahap keempat merupakan asimilasi dari bahan yang telah diuraikan ke daerah meristematik untuk kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel baru. Tahap kelima merupakan pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan (Pranoto, 1990).

4.2 Pengaruh Lama Perendaman Menggunakan PEG 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh lama perendaman PEG 6000 terhadap semua variabel yaitu persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar. Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Tests* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2: Pengaruh lama perendaman menggunakan PEG 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar

Lama Perendaman	Persentase daya berkecambah (%)	Koefisiensi kecepatan tumbuh (biji/etmal)	Panjang hipokotil (cm)	Panjang akar (cm)
L1 (6 jam)	36,00 a	8,77 a	14,23 a	4,09 a
L2 (12 jam)	43,50 b	9,84 b	15,75 b	5,23 b
L3 (18 jam)	53,00 c	11,61 c	16,21 b	5,59 c
L4 (24 jam)	63,83 d	12,43 d	18,91 c	7,20 d

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

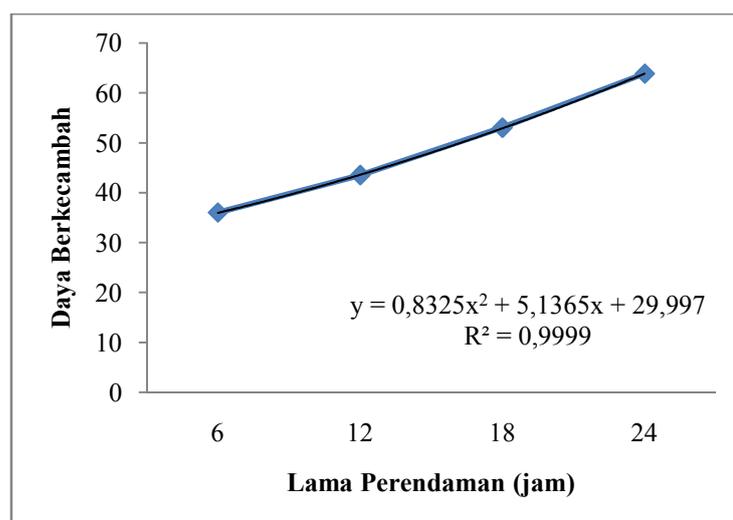
Pada tabel 4.1 terlihat bahwa perlakuan lama perendaman PEG 6000 memberikan hasil yang berbeda signifikan pada setiap variabel. Pada variabel persentase daya berkecambah perlakuan 24 jam menghasilkan nilai tertinggi (63,83), sedangkan nilai terendah diperoleh perlakuan 6 jam (36). Untuk variabel koefisiensi kecepatan tumbuh nilai tertinggi diberikan perlakuan 24 jam (12,43), sedangkan nilai terendah diperoleh perlakuan 6 jam (8,77). Pada variabel panjang hipokotil nilai tertinggi ditunjukkan perlakuan 24 jam (18,91) sedangkan nilai sama rendah pada perlakuan 6 jam (14,23). Selanjutnya pada variabel panjang akar nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 24 jam (7,20) sedangkan terendah ditunjukkan perlakuan 6 jam (4,09).

Dari hasil analisa di atas, dapat diketahui bahwa perlakuan perendaman memberikan hasil yang berbeda signifikan. Perlakuan perendaman selama 24 jam memperoleh nilai tertinggi pada semua variabel yang diteliti yaitu persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar.

Besarnya jumlah air yang masuk ke dalam benih dalam perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 diduga tergantung dari jumlah banyaknya materi PEG yang diserap oleh benih selama perlakuan. Semakin lama perendaman benih dalam PEG maka semakin banyak materi PEG yang terserap oleh benih. Lama perendaman menunjukkan pengaruh yang berbeda signifikan pada masing-masing perlakuan. Hal tersebut diduga karena kulit benih jarak pagar keras sehingga diperlukan waktu yang lebih lama agar kulit benih menjadi lunak sehingga air dapat masuk secara optimal.

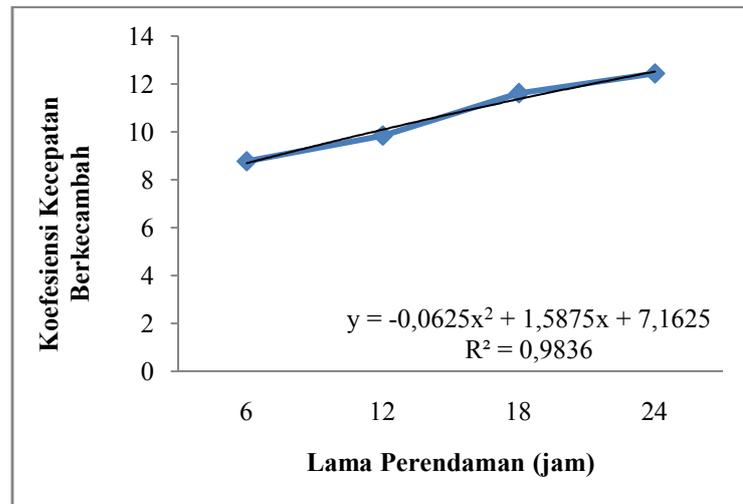
Perlakuan perendaman dalam larutan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi. Kamil (1979), menyatakan bahwa proses awal perkecambahan adalah imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai jumlah tertentu. Air diperlukan dalam jumlah yang optimal agar proses perkecambahan dapat berlangsung secara optimal.

Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lama perendaman terhadap masing-masing variabel penelitian serta konsentrasi optimum, data dianalisis dengan regresi polinomial yang disajikan sebagai berikut:



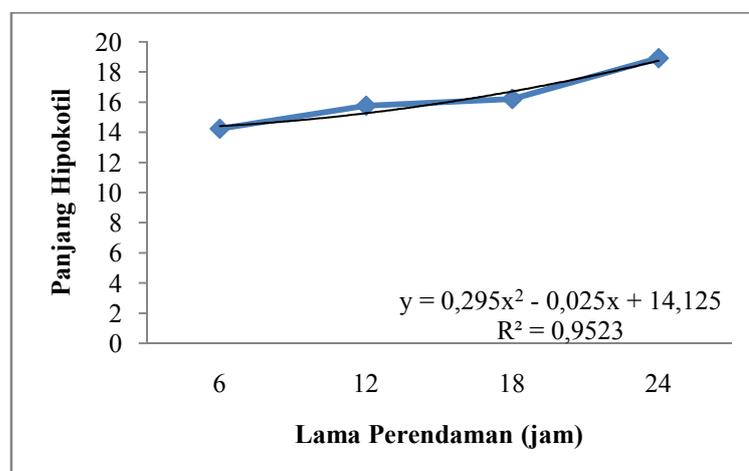
Gambar 4.2.1: Hubungan antara lama perendaman dengan persentase daya berkecambah

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman memiliki korelasi dengan persentase daya berkecambah sebesar 99,9% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,999$. Dapat diketahui juga bahwa semakin lama perendaman akan meningkatkan persentase daya berkecambah. Perlakuan perendaman selama 24 jam menghasilkan nilai yang tertinggi.



Gambar 4.2.2: Hubungan antara lama perendaman dengan koefisiensi kecepatan tumbuh

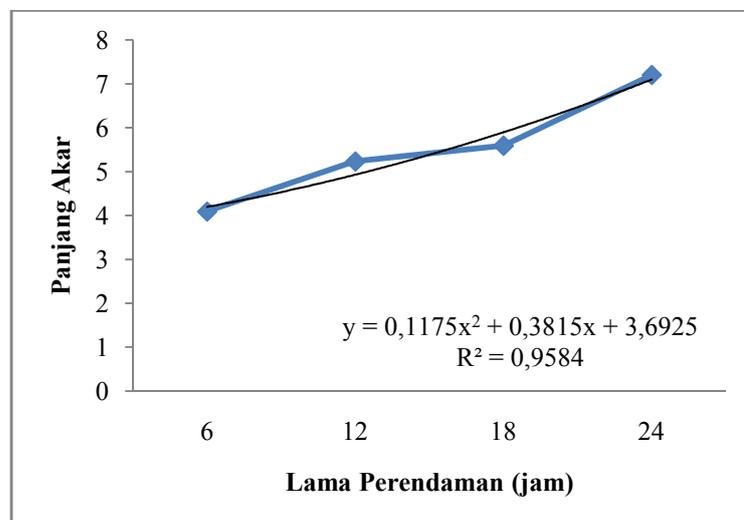
Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman memiliki korelasi dengan koefisiensi kecepatan berkecambah sebesar 98,36% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,9836$. Dapat diketahui juga bahwa semakin lama perendaman akan meningkatkan koefisiensi kecepatan berkecambah. Perlakuan perendaman selama 24 jam menghasilkan nilai yang tertinggi.



Gambar 4.2.3: Hubungan antara lama perendaman dengan panjang hipokotil.

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman memiliki korelasi dengan panjang hipokotil sebesar 95,23% yang ditunjukkan dengan $R^2=0,9523$. Dapat diketahui juga bahwa semakin lama perendaman akan meningkatkan panjang hipokotil. Perlakuan perendaman selama 24 jam menghasilkan nilai yang tertinggi.

Adanya kulit pada biji bertujuan untuk melindungi bagian-bagian dalam benih serta berfungsi dalam mengendalikan perkecambahan. Hal tersebut didasari oleh sifat impermeabel kulit biji terhadap air dan oksigen. Sehingga dengan adanya perlakuan lama perendaman kulit benih akan melunak (permeabel) terhadap air dan oksigen.



Gambar 4.2.4 Hubungan antara lama perendaman dengan panjang akar.

Pada persamaan regresi homogen di atas, menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman memiliki korelasi dengan panjang akar sebesar 95,84%. yang ditunjukkan dengan $R^2=0,9584$. Dapat diketahui juga bahwa semakin lama

perendaman akan meningkatkan panjang akar. Perlakuan perendaman selama 24 jam menghasilkan nilai yang tertinggi.

Pada persamaan regresi homogen diatas menunjukkan bahwa perlakuan perendaman memiliki hubungan yang kuat dengan. Hal tersebut ditunjukkan dengan persamaan dan yang berarti lama perendaman berpengaruh terhadap persentase daya berkecambah sebesar Dapat diketahui juga bahwa semakin lama perendaman akan meningkatkan persentase daya berkecambah. Perlakuan perendaman selama 24 jam menghasilkan nilai yang tertinggi.

Pada grafik tersebut lama perendaman 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam menunjukkan grafik yang terus naik sehingga dimungkinkan dengan menambahkan lama perendaman dapat meningkatkan persentase daya berkecambah benih.

Air memberikan fasilitas untuk masuknya oksigen ke dalam biji. Dinding sel yang kering hampir tidak permeable untuk gas, tetapi apabila dinding sel diimbibisi oleh air maka gas akan masuk kedalam sel secara difusi. Apabila dinding sel kulit biji dan embrio menyerap air maka suplai oksigen meningkat sehingga memungkinkan pernafasan lebih aktif (Kamil, 1986).

4.3 Pengaruh Interaksi PEG 6000 dan Lama Perendaman Menggunakan PEG 6000 Terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar

Dari 4 variabel yang diteliti, pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman *polyethylene glycol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terjadi pada 3 variabel yaitu persentase daya berkecambah,

panjang hipokotil dan panjang akar sedangkan pada koefisiensi kecepatan tumbuh tidak terdapat interaksi.

4.3.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Menggunakan PEG 6000 Terhadap persentase Daya Berkecambah Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman *Poliethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap persentase daya berkecambah jarak pagar. Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3.1 Pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 terhadap persentase daya berkecambah benih jarak pagar

Perlakuan	Rata-rata (cm)
K15 ppm & L6 jam	28,00 a
K0 ppm & L6 jam	30,67 a
K0 ppm & L12 jam	36,67 b
K15 ppm & L10 jam	38,00 bc
K5 ppm & L6 jam	40,67 bcd
K0 ppm & L18 jam	43,33 cde
K10 ppm & L5 jam	44,67 de
K15 ppm & L18 jam	47,33 ef
K10 ppm & L12 jam	48,00 efg
K5 ppm & L12 jam	51,33 fgh
K0 ppm & L24 jam	53,33 ghi
K18 ppm & L24 jam	56,67 hij
K18 ppm & L18 jam	58,67 ij
K5 ppm & L18 jam	62,67 jk
K10 ppm & L24 jam	68,00 k
K5 ppm & L24 jam	77,33 l

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

Pada tabel 4.3.1 dapat diketahui bahwa interaksi yang paling efektif untuk meningkatkan persentase daya berkecambah melalui invigorasi menggunakan PEG 6000 dihasilkan oleh konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 24 jam.

Diduga pada perlakuan tersebut larutan PEG bekerja secara optimal dalam pengontrolan air sehingga mampu memecuh aktivitas enzim yang selanjutnya metabolisme dalam sel dapat berlangsung secara optimal. Imbisi pada benih yang memiliki ukuran besar dan memiliki kulit kersas memerlukan waktu yang relatif lama dikarenakan perbandingan luas permukaan yang kontak dengan media. Sebagaimana yang diketahui bahwa air merupakan faktor utama dalam perkecambahan. Dengan tidak tercukupinya kebutuhan air didalam sel maka metabolisme didalam tidak dapat berjalan secara optimal.

Benih tanaman dengan ukuran yang lebih besar akan memiliki cadangan makanan yang lebih banyak dari pada benih dengan ukuran yang lebih kecil sehingga kemampuan berkecambah juga akan lebih tinggi karena cadangan makanan yang dirubah menjadi energi juga semakin banyak. Hal ini tentu mempengaruhi besar produksi dan kecepatan tumbuh benih, karena benih yang berat dengan kandungan cadangan makanan yang banyak akan menghasilkan energy yang lebih besar saat mengalami proses perkecambahan. Hal ini akan mempengaruhi besarnya kecambah yang keluar dan berat tanaman saat panen. Kecepatan tumbuh kecambah juga akan meningkat dengan meningkatnya besar benih (Deptan, 2003).

Utomo (2006), menyatakan bahwa dengan melunaknya kulit biji maka memberikan jalan masuk bagi oksigen menuju sel. Peranan oksigen dalam perkecambahan adalah untuk meng-oksidaai cadangan makanan.

4.3.2 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Menggunakan PEG 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman *Poliethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap panjang hipokotil jarak pagar. Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3.2

Tabel 4.3.2 Pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman menggunakan PEG 6000 terhadap panjang hipokotil jarak pagar

Perlakuan	Rata-rata (cm)
K0 ppm & L6 jam	13,30 a
K15 ppm & L6 jam	13,66 ab
K15 ppm & L12 jam	14,56 abc
K5 ppm & L6 jam	14,80 abcd
K10 ppm & L6 jam	15,16 abcde
K15 ppm & L18 jam	15,46 bcdef
K0 ppm & L12 jam	15,53 bcdef
K10 ppm & L12 jam	15,83 cdef
K5 ppm & L18 jam	16,10 cdef
K10 ppm & L18 jam	16,50 cdef
K0 ppm & L18 jam	16,80 def
K5 ppm & L12 jam	17,06 ef
K15 ppm & L24 jam	17,30 f
K0 ppm & L24 jam	17,40 f
K10 ppm & L24 jam	19,30 g
K5 ppm & L24 jam	21,66 h

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

Pada tabel 4.3.2 dapat diketahui bahwa interaksi yang paling efektif untuk meningkatkan panjang hipokotil melalui invigorasasi menggunakan PEG 6000 dihasilkan oleh konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 24 jam.

Setelah terjadi imbibisi air ke dalam, selanjutnya hormon akan aktif. Di antara beberapa beberapa hormon yang berada dalam benih adalah IAA. Perbesaran sel berada di bawah pengontrolan hormon yang mana terjadi penambahan isi dalam sel yang diduga IAA mengaktifkan pemompaan air metabolik yang akan mendorong sel untuk mengembang dengan tekanan dari dalam yang diakibatkan oleh pemasukan air. Selain itu juga cara kerja IAA dalam membantu perbesaran sel yaitu dengan cara melemaskan struktur dinding sel sehingga menjadi plastis (Sasmitadiharja, 1990).

4.3.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Menggunakan PEG 6000 Terhadap Panjang Akar Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman *polyethylene glycol* (PEG) 6000 terhadap panjang hipokotil jarak pagar, Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.3.3 Pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 terhadap panjang akar benih jarak pagar

Perlakuan	Rata-rata (cm)
K5 ppm & L6 jam	4,9 a
K0 ppm & L6 jam	5,4 ab
K5 ppm & L6 jam	7,2 abc
K0 ppm & L12 jam	7,6 bcd
K15 ppm & L13 jam	7,9 bcde
K15 ppm & L18 jam	8,4 cdef
K0 ppm & L18 jam	9,2 cdef
K10 ppm & L6 jam	9,5 cdefg
K5 ppm & L12 jam	10,2 defg
K10 ppm & L18 jam	10,4 efg
K15 ppm & L12 jam	10,9 fg
K15 ppm & L24 jam	11,0 fg
K10 ppm & L24 jam	12,0 gh
K0 ppm & L24 jam	12,1 gh
K5 ppm & L18 jam	13,7 hi
K5 ppm & L 24 jam	15,1 i

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

Dari tabel 4,4 dapat diketahui bahwa interaksi yang paling efektif untuk meningkatkan panjang hipokotil melalui invigorasi menggunakan PEG 6000 dihasilkan oleh konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 24 jam, Akan tetapi interaksi paling efisien yaitu konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 18 jam.

Pada dasarnya *priming* merupakan suatu metode mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan melalui pengontrolan penyerapan sehingga perkecambahan dapat terjadi. *Priming* membuat perkecambahan lebih dari sekedar imbibisi, yakni sedekat mungkin dengan fase ketiga yaitu pemanjangan akar pada perkecambahan. Selama *priming* keragaman dan tingkat penyerapan awal dapat diatasi (Utomo, 2006).

Menurut Ardian (2008), jika benih membutuhkan waktu yang lama untuk tumbuh maka hasil yang diperoleh yaitu kecambah memiliki ukuran daun kecil, hipokotil pendek dan volume akar kecil, Akan tetapi dengan permulaan perkecambahan yang cepat maka panjang kecambah, ukuran daun, panjang hipokotil dan volume akar akan tumbuh secara optimal.

4,5 Teknik Peningkatan Viabilitas Benih dalam Pandangan Islam

Peningkatan viabilitas benih atau yang lebih dikenal dengan invigorasi merupakan usaha untuk memperbaiki mutu benih yang sudah mengalami kemunduran. Prinsip dasar dari perlakuan tersebut yaitu melakukan pengontrolan air sehingga jumlah air yang masuk ke dalam benih mencapai kadar yang optimal.

Peningkatan viabilitas benih dalam pandangan islam memiliki prinsip dasar sebagaimana yang termaktub dalam QS, Al-Hijr ayat 19

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ

Artinya: *"Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu dengan ukuran (QS. al-Hijr ayat 19)*

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT yang menciptakan segala sesuatu di muka bumi yang berupa tanaman hewan dan lain sebagainya. Allah SWT menciptakan sesuatu tidak dengan asal-asalan akan tetapi memiliki ukuran-ukuran tertentu sebagaimana yang dikehendaki-Nya.

Pada Qs. al-Hijr ayat 19 kata terdapat kata (مَوزُونٍ) yang berarti ukuran, menurut para ahli tafsir yaitu takaran yang disesuaikan sesuai dengan kehendak Allah SWT. Dengan adanya ukuran tersebut antara satu dengan yang lain tidak ada rasa iri (Muhammad, 2003). Dalam kajian sains dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berkaitan dengan makhluk hidup yang dapat di kaitkan dengan air. Kebutuhan makhluk hidup akan air antara satu dengan yang lain bebrbeda, hal tersebut bergantung pada kondisi makhluk hidup itu sendiri maupun kondisi lingkungan (Bin Aziz, 1997).

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian perlakuan menghasilkan pengaruh yang berbeda. Hal tersebut berkaitan dengan jumlah air yang dibutuhkan tumbuhan untuk melakukan reaksi biokimia tersedia dalam jumlah yang optimum.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dijelaskan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi PEG 6000 mampu meningkatkan viabilitas benih jarak pagar (persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar). Perlakuan konsentrasi 5 ppm dan 10 ppm memberikan nilai yang sama pada variabel koefisiensi kecepatan tumbuh dan panjang akar, akan tetapi konsentrasi yang efektif adalah 5 ppm.
2. Lama perendaman PEG 6000 mampu meningkatkan viabilitas benih jarak pagar. Perendaman dalam larutan PEG 6000 selama 24 jam memberikan nilai viabilitas tertinggi untuk semua variabel (persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar).
3. Interaksi konsentrasi dan lama perendaman menggunakan PEG 6000 mampu meningkatkan viabilitas benih jarak pagar. Perlakuan konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 24 jam memberikan nilai viabilitas tertinggi untuk semua variabel (persentase daya berkecambah, koefisiensi kecepatan tumbuh, panjang hipokotil dan panjang akar). Akan tetapi untuk panjang akar interaksi yang paling efektif yaitu konsentrasi 5 ppm dengan lama perendaman 18 jam.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait peningkatan viabilitas jarak pagar menggunakan perlakuan konsentrasi PEG 6000 di bawah 5 ppm dan waktu perendaman lebih dari 24 jam dengan menambahkan variabel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1987. *Dasar-dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*. Bandung: Angkasa
- Anonimous. 2009. Jarak pagar jpg. hutbun.cilacapkab.go.id. Diakses pada tanggal 01 Mei 2010
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. *InfoTek Jarak Pagar (Jatropha curcas L)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, ISSN 1907-1647
- Bin Aziz, Abdul Majid. 1997. *Mukjizat Alquran dan as-sunnah Tentang Iptek*. Jakarta: Gema Insani Pers
- Dahlan, Zaini. 1990. *Al-Qur'an dan Tafsirnya*. Yogyakarta: PT. Dana Bakti Wakaf
- Ditjen Perkebunan. 2010. Data Ekspor Perkebunan Tahun 2008-2009. www.ditjenbun.deptan.go.id. di akses pada tanggal 23 April 2010
- Driarsiwi A, Kusumaningsih R, Kusumasari W, Kautsar A, Enril Y. 2010. *Makalah Kemunduran Benih*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Gofar, A dan Mu'thi, A. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor. Pustaka Imam Asy-syafi'i
- Hambali, E.A. Suryani, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I.K. Reksowarjojo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T.H. Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso, W. Purnama. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Kamil, Jurnalis. 1986. *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya
- Kinayungan, G. 2009. Penggunaan Metode Invigorasi Untuk Meningkatkan Daya Simpan Benih Kacang Panjang (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hask). *Skripsi dipublikasikan*. Bogor: Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Khan, A. 1992. Matriconditioning of Vegetable Seeds to Improve Stand Establishment in Early Field Plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (1): 41-47
- Lawyer, D.W. 1970. *Absorption of PEG By Plant Enther Effect on Plant Growth*. *New Physiol.* 69:501-503

- Muhammad, A, dkk. 2003. *Tafsir Ibn Katsir*. Jakarta: Imam Aay-Syafi'i
- Najiati. 2004. *Budidaya dan Penanganan Pasca Panen Kopi*. Jakarta: PT raja Grafindo Persada.
- Priyanto, U. 2007. *Menimba Ilmu Dari Praktisi, Menghasilkan Biodiesel Jarak Pagar Berkualitas*. Jakarta: Agromedia.
- Pramono, H. Dkk. 2002. *Biologi Benih*. Bogor: IPB Press
- Rini, D.S., Mustikoweni dan Surtiningsih. 2005. Respon Perkecambahan Benih Sorgum (*Sorgum bicolor* (L) Moerch) terhadap Perlakuan Osmoconditioning dalam Mengatasi Cekaman Salinitas. *Jurnal Biologi*. 7(6); 307-313.
- Rusmin, D. 2008. Peningkatan Viabilitas Benih Jambu Menté (*Anacardium occidentale* L.) Melalui Invigorasí. *Jurnal Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*
- Sajad, S. 1994. *Panduan Benih Tanaman Kehutanan Di Indonesia*. Bogor: IPB
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.V. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB Press
- Sasmitadiharja. D dan H, Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Bandung; ITB
- Setiawan, I. 2008. Efek Aplikasi Osmoconditioning Pada Benih Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) Dalam Kondisi Cekaman Salinitas. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Shihab, Quraisy. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Sinambela, D. 2008. Kajian Perkembangan dan Dormansi Pada Biji Kopi Arabica (*Coffea arabica* L.) Serta Pemecahannya. *Tesis*. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara
- Suardi, D. 2000. Kajian Metode Skrining Padi Tahan Kekeringan. vol3:no2
- Suginingsih. 1984. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sudjindro dan Sri, A. 2009. *Informasi Viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) IP-1A Sebelum Penyimpanan*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat

- Sukarman dan Maharani, H. 2003. Perbaikan Mutu Benih Aneka Tanaman Perkebunan Melalui Cara Panen dan Penanganan Benih. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22 (1). Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
- Sutariati, G.A.K. 2002. Peningkatan Performasi Benih Jarak Kepyar (*Pterus comunis*) dengan Perlakuan Invigorasi Benih. *Jurnal Agronomi* 3 (2) 2002
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Tim Departemen Teknologi Pertanian. 2005. *Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Medan: Fakultas Pertanian USU Medan
- VAN Steenis, C. G. G. J. 1978. *Flora of Java*. Leiden: E. J. B