

Pemilihan Batang Bawah dan Teknik Penyambungan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) untuk Meningkatkan Potensi Produktivitas >10 ton/ha dan Tahan Terhadap Cekaman Kekeringan dalam Upaya Mendukung Pengembangan Bioenergi

(Rootstock Selection and Grafting Method of *Jatropha Curcas* to Increase its Productivity >10 ton/ha and Drought Stress Tolerance to Support Bioenergy Development)

Hariyadi^{1*}, Bambang Sapta Purwoko¹, Djumali², Muhammad Cholid²

ABSTRAK

Upaya mempertahankan stabilitas produksi jarak pagar di lahan kering dapat dilakukan melalui teknologi penyambungan (*grafting*) dengan menggabungkan keunggulan dari calon bagian tajuk yang memiliki potensi produksi tinggi sebagai batang atas (*scion*) dengan calon batang bawah (*rootstock*) dari bahan tanaman yang mampu beradaptasi pada kondisi ketersediaan air terbatas. Pemilihan aksesi calon batang bawah yang mampu beradaptasi pada cekaman kekeringan yang meliputi tiga kegiatan: (1) identifikasi aksesi yang cocok untuk calon batang bawah secara cepat di laboratorium, dan (2) uji adaptasi aksesi calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan, baik di rumah kaca maupun di lapangan. Hasilnya menunjukkan bahwa metode penapisan calon batang bawah tanaman jarak pagar terhadap cekaman kekeringan secara cepat, akurat, dan sederhana adalah menggunakan polietilena glikol. Tiga batang bawah jarak pagar yang mampu beradaptasi pada cekaman kekeringan, yaitu IP-3M, Sulawesi 117, dan NTB 047, dapat dimanfaatkan sebagai sumber batang bawah (*rootstock*) yang diharapkan mampu meningkatkan produktivitas jarak pagar pada kondisi ketersediaan air terbatas.

Kata kunci: cekaman kekeringan, jarak pagar, *Jatropha curcas*, produktivitas

ABSTRACT

Development of *Jatropha* in large scale in dryland requires plant material with high productivity and ability to adapt drought conditions. Attempt to maintain the stability of *jatropha* production in dry land can be done through grafting technology by combining the advantages of prospective shoot section which has high yield potential as a scion and rootstock candidates from plant material that is able to adapt to limited water availability. Three activities were carried out at the first year experiments including (1) selection method of drought stress that is fast, accurate and simple under laboratory condition, and (2) adaptability study of *jatropha* rootstock candidates associated with drought stress in glasshouse and in the field. The result showed that the method of drought stress that was fast, accurate and simple under laboratory condition was that using polyethylene glycol. Three *jatropha* rootstocks, namely IP-3M, Sulawesi 117, dan NTB 047, are tolerant to drought stress associated with drought stress both in glasshouse and in the field condition.

Keywords: drought stress, *jatropha*, productivity

PENDAHULUAN

Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) berbasis fosil pada tahun 2005, yang sempat menyentuh angka lebih dari 70 USD per barrel, dan prediksi bahwa cadangan minyak bumi diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 17–20 tahun mendatang, menjadi momentum penting untuk pengembangan sumber energi yang terbarukan di dalam negeri (Hamdi 2005). Strategi penyediaan energi alternatif baru dan terbarukan secara nasional

adalah pemanfaatan biodiesel yang pada tahun 2010 diperkirakan tersedia sebesar 720.000 kilo liter/tahun atau sekitar 2% kebutuhan solar nasional (Hamdi 2007).

Urgensi pengembangan bahan bakar nabati (BBN) dalam negeri menjadi lebih tinggi dengan kenyataan bahwa kemampuan pemerintah mensubsidi harga minyak semakin berkurang, dan konsumsi untuk transportasi, listrik, dan kebutuhan rumah tangga semakin naik (Hasnam 2007). Penggunaan sumber energi nabati (bioenergi) merupakan pilihan yang paling tepat, mengingat kondisi lahan dan agroklimat yang mendukung serta sebagian besar penduduknya bertumpu pada sektor pertanian. Pengembangan bioenergi ini, disamping dalam rangka diversifikasi energi untuk mengatasi krisis sumber energi, juga untuk menunjang upaya diversifikasi pengelolaan hasil pertanian.

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) berpotensi untuk dikembangkan sebagai BBN. Biji jarak pagar

¹ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680.

² Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jl. Raya Karangploso km 4, Kotak Pos 199, Malang

* Penulis korespondensi:
E-mail: hariyadiipb@rocketmail.com

mengandung minyak 35% dan mudah dikonversi menjadi biodiesel. Selain itu tanaman jarak pagar juga dapat digunakan untuk reklamasi kembali daerah kritis yang memberikan dampak positif pada ekologi dan perkembangan sosial-ekonomi (Francis *et al.* 2005). Budi daya tanaman jarak pagar dalam skala luas di Indonesia dimulai sejak tahun 2005, dan dalam perkembangannya mengalami masa pasang surut. Beberapa penyebab utama rendahnya keberhasilan budi daya jarak pagar adalah keterbatasan bahan tanaman bermutu, ketidaksesuaian karakter lahan dengan persyaratan tumbuh dari bahan tanaman jarak pagar yang tersedia (Cholid *et al.* 2006).

Luas areal potensial untuk pengembangan tanaman jarak pagar di Indonesia dengan kriteria S1 (sangat sesuai), S2 (sesuai), dan S3 (kurang sesuai) adalah 49.531.700 hektar (Mulyani *et al.* 2006). Lahan yang tersedia untuk pengembangan jarak pagar umumnya berupa lahan marginal dengan kelas kurang sesuai karena terbatasnya air yang tersedia. Pengembangan jarak pagar pada skala luas memerlukan bahan tanaman berproduktivitas tinggi dan mampu beradaptasi pada kondisi ketersediaan air terbatas.

Bahan tanaman unggul dari seleksi komposit yang dihasilkan oleh Puslibang Perkebunan adalah provenan unggul (IP-1 hingga IP-3) hanya mampu mengekspresikan keunggulan potensi produksi pada kondisi lahan yang optimum. Hasil pengujian aksesi unggul (IP-1A, IP-1M, dan IP-1P) menunjukkan bahwa produksi biji tertinggi dicapai dengan pengairan optimum, yaitu setelah kadar air tanah mencapai 65%, sedangkan pada tanaman yang tidak diiri penurunan produksi biji dapat mencapai 72,8% (Riajaya *et al.* 2007).

Salah satu upaya mempertahankan stabilitas produksi jarak pagar di lahan kering dapat dilakukan melalui teknologi penyambungan (*grafting*) dengan menggabungkan keunggulan dari calon bagian tajuk yang memiliki potensi produksi tinggi sebagai batang atas (*scion*) dengan calon batang bawah (*rootstock*) dari bahan tanaman yang mampu beradaptasi pada kondisi ketersediaan air terbatas. Hasil evaluasi terhadap aksesi jarak pagar hasil eksplorasi di Indonesia menunjukkan bahwa beberapa aksesi memiliki sifat toleran terhadap kondisi kekurangan air (Sudarmo *et al.* 2007) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai calon batang bawah.

Tanaman jarak pagar memiliki sistem perakaran yang jauh melebihi area kanopi tanaman, baik pada pertanaman umur 1, 2, dan 4 tahun (Fatah *et al.* 2010). Sampai saat masih sedikit informasi mengenai distribusi perakaran dari aksesi jarak pagar dan responsnya terhadap cekaman kekeringan. Keragaman karakteristik perakaran dari aksesi tanaman jarak pagar memungkinkan untuk memilih beberapa aksesi sebagai calon batang bawah (Djumali 2010).

Calon batang bawah dapat dipilih melalui seleksi cepat dengan memodifikasi potensial air di laboratorium, salah satunya adalah menggunakan polietilena glikol (PEG) (Smok *et al.* 1993; Ashraf *et al.* 1996). Penggunaan PEG didalam proses seleksi

memungkinkan dilakukan penapisan cekaman kekeringan pada populasi tanaman yang besar dalam ruang terbatas. Pengamatan karakteristik morfologi dan fisiologi tanaman jarak pagar telah dilakukan oleh beberapa peneliti jarak pagar, sehingga parameter tersebut dapat dijadikan landasan untuk penelitian ini. Beberapa parameter yang telah diamati meliputi: laju fotosintesis dan respirasi tanaman jarak pagar (Djumali & Machfud 2009); evaluasi beberapa ekotipe jarak pagar untuk toleransi cekaman kekeringan (Lapanjang *et al.* 2008); serta karakteristik batang tanaman jarak pagar (Djumali & Kadarsih 2009).

Pemilihan kombinasi sambungan batang bawah dan batang atas yang sesuai dari aksesi jarak pagar diharapkan dapat meningkatkan toleransi terhadap keterbatasan air tersedia yang sesuai dengan karakteristik lahan untuk pengembangan jarak pagar, sehingga dapat mendukung upaya pengembangan bioenergi.

METODE PENELITIAN

A. Ringkasan Prosedur Kerja

Sasaran/output dari penelitian ini dicapai melalui tiga kegiatan utama, yaitu (1) pemilihan provenan calon batang bawah yang mampu beradaptasi pada cekaman kekeringan; (2) penggunaan teknik penyambungan batang bawah dan batang atas jarak pagar yang memiliki kompatibilitas tinggi; dan (3) evaluasi daya hasil dan ketahanan terhadap cekaman kekeringan beberapa kombinasi sambungan terpilih tanaman jarak pagar di lapangan.

Aksesi calon batang bawah yang mampu beradaptasi pada cekaman kekeringan dipilih melalui: (1) identifikasi aksesi yang cocok untuk calon batang bawah secara cepat di laboratorium; (2) uji adaptasi aksesi calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan, baik di rumah kaca maupun di lapangan.

B. Prosedur Kerja

Penelitian dilakukan pada bulan April–Desember 2011. Kegiatan penelitian di laboratorium dan rumah kaca dilakukan di Kampus IPB, Dramaga. Kegiatan penelitian lapangan dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (Balittas) di KP Karangploso, Malang, dan KP Asembagus, Situbondo. Analisis anatomi daun dilakukan di laboratorium *Microtechnique* dan analisis kandungan klorofil dianalisis di laboratorium *Molecular Marker, Spectrophotometry* dan *UV-Vis*, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Dramaga.

Pemilihan aksesi calon batang bawah yang mampu beradaptasi pada cekaman kekeringan Identifikasi aksesi yang cocok untuk batang bawah secara cepat di laboratorium

Penelitian identifikasi aksesi yang cocok untuk batang bawah secara cepat pada tingkat bibit dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman

Tembakau dan Serat (Balittas), Malang Jawa Timur. Percobaan disusun secara faktorial dengan dua perlakuan dan empat ulangan, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor pertama adalah perlakuan PEG 6000 yang terdiri atas konsentrasi 0% (kontrol), 15, dan 30%. Faktor kedua adalah 10 aksesori jarak pagar yang terdiri atas IP-3M, Jatim 013, Jatim 045, NTT 065, NTT 080, NTB 019, NTB 047, NTB 116, Sulawesi 72, dan Sulawesi 117, dengan demikian diperoleh $3 \times 10 \times 4 = 120$ satuan percobaan. Satuan percobaan terdiri atas 2 tanaman yang masing-masing ditanam dalam pot plastik berukuran 8×12 cm.

Stek yang digunakan berupa stek pucuk dengan panjang 10–12 cm dan diameter batang 0,75–1 cm, kemudian disemaikan pada bak plastik ukuran 40×60 cm. Setelah berumur 30 hari, bibit segera dipindahkan pada pot plastik berukuran 8×12 cm yang diisi dengan media pasir steril. Dalam percobaan ini digunakan media larutan hara Yoshida *et al.* (1976) dengan pH 6,0 yang dimodifikasi dengan konsentrasi PEG 6000 sesuai dengan perlakuan. Pertumbuhan bibit (tinggi, diameter batang, jumlah daun) diamati setiap minggu selama sebulan. Pada akhir penelitian dilakukan pengamatan destruktif, meliputi panjang akar, kadar air batang, bobot kering akar dan tajuk.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam (*Anova*). Penentuan taraf toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) terhadap bobot kering tanaman antara perlakuan cekaman kekeringan dan kontrol (0% PEG 6000). Kriteria toleransi tanaman jarak pagar terhadap kekeringan mengacu percobaan Lapanjang *et al.* (2008) adalah sebagai berikut:

- Toleran : Bila tidak terdapat perbedaan yang nyata antara bobot kering tanaman (BKT) pada perlakuan cekaman kekeringan dengan kontrol berdasarkan uji BNT
- Moderat : Bila terdapat perbedaan yang nyata antara BKT pada perlakuan cekaman kekeringan dan kontrol berdasarkan uji BNT serta diikuti penurunan BKT $\leq 50\%$.
- Peka : Bila terdapat perbedaan yang nyata antara BKT pada perlakuan cekaman kekeringan dan kontrol berdasarkan uji BNT serta diikuti penurunan BKT $> 50\%$.

Selanjutnya untuk mendukung penentuan taraf toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan digunakan uji indeks sensitivitas kekeringan (IS) berdasarkan peubah yang diamati. Indeks sensitivitas dihitung berdasarkan rumus Fisher dan Maurer (1978).

$$S = (1 - Y / Y_p) / (1 - X / X_p)$$

dengan

- Y : Nilai rata-rata peubah tertentu pada aksesori yang mengalami cekaman kekeringan
- Y_p : Nilai rata-rata peubah tertentu pada aksesori dalam kondisi optimum
- X : Nilai rata-rata peubah tertentu pada semua aksesori yang mengalami cekaman kekeringan

X_p : Nilai rata-rata peubah tertentu pada semua aksesori dalam kondisi optimum

Klasifikasi nilai sensitivitasnya ialah sebagai berikut:

- Toleran = bilai nilai $S < 0,5$
- Agak toleran = bilai nilai $0,5 \leq S \leq 1$
- Peka = bilai nilai $S > 0,5$.

Uji adaptasi aksesori calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan melalui percobaan dalam pot di rumah kaca

Percobaan disusun secara faktorial dengan dua perlakuan dan empat ulangan, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama adalah kandungan air, yang terdiri atas kadar air tanah 80% (kontrol), 60, dan 40% kapasitas lapang. Faktor kedua adalah 10 aksesori jarak pagar terdiri atas IP-3M, Jatim 013, Jatim 045, NTT 065, NTT 080, NTB 019, NTB 047, NTB 116, Sulawesi 72, dan Sulawesi 117. Dengan demikian diperoleh $3 \times 11 \times 4 = 132$ satuan percobaan. Media tanam yang digunakan merupakan pasir dan pupuk kandang dengan komposisi 3:1, dalam polibag ukuran 40×50 cm dengan bobot media 7 kg per polibag.

Bahan tanaman berupa stek disiapkan seperti pada Percobaan I. Pupuk NPK diberikan satu minggu setelah tanam (MST) dengan dosis 40 g urea + 40 g SP-36 + 20 g KCl. Pengairan dilakukan dengan cara dikocor setiap hari sekali selama satu bulan pertama. Pengairan dimulai pada saat 1 bulan setelah dipindahkan di polibag selama 3 bulan. Kadar air tanah untuk setiap perlakuan disesuaikan setiap hari.

Pertumbuhan tanaman diamati setiap 2 minggu selama 4 bulan, meliputi tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah cabang, dan jumlah daun. Kandungan klorofil dikur pada saat tanaman berumur 2 bulan. Pada akhir percobaan (4 bulan setelah tanam = BST), dilakukan pengamatan destruktif, meliputi panjang akar, bobot kering akar, kadar air batang, luas daun dan bobot kering tajuk tanaman. Luas daun dihitung menggunakan gravimetri (Sitompul & Guritno 2005); bobot kering akar dan tajuk diukur setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 75–80 °C selama 2×24 jam. Klorofil daun dianalisis berdasarkan metode Yoshida *et al.* (1976).

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam. Penentuan taraf toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan seperti pada percobaan sebelumnya menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil terhadap bobot kering tanaman antara perlakuan cekaman kekeringan dengan kontrol. Kriteria toleransi tanaman jarak pagar terhadap kekeringan mengacu ke percobaan Lapanjang *et al.* (2008), serta uji indeks sensitivitas kekeringan berdasarkan rumus Fisher dan Maurer (1978) seperti yang dijelaskan pada Percobaan I.

Uji adaptasi aksesori calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan melalui percobaan di lapangan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*) dengan 3 ulangan. Pengairan sebagai petak

utama yang terdiri atas 3 taraf, yaitu pengairan 7 hari sekali (kontrol), 30 hari sekali dan tanpa diairi (sesuai dengan kondisi lapangan). Anak petak adalah 10 provenan jarak pagar, yang terdiri atas IP-3A, IP-3M, Jatim 013, Jatim 045, NTT 065, NTT 080, NTB 019, NTB 047, NTB 116, Sulawesi 72, dan Sulawesi 117. Dengan demikian diperoleh $3 \times 10 \times 3 = 90$ satuan percobaan. Satuan percobaan terdiri atas 6 tanaman yang masing-masing ditanam dalam barisan sepanjang 6 m dengan jarak tanaman 1×1 m.

Stek dipelihara di pembibitan selama 1 bulan, dan diberi naungan paranet dengan intensitas cahaya 50%. Tanaman disiram setiap dua hari selama satu bulan pertama, selanjutnya jadwal penyiraman disesuaikan dengan perlakuan. Kandungan air tanah diukur menggunakan *electric soil impedance*. Alat sensor kandungan air tanah ditanam dalam media tanam dengan kedalaman 20 cm dari permukaan tanah.

Tanaman diamati setiap 2 minggu selama 4 bulan, meliputi tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah cabang, dan saat keluarnya bunga. Laju fotosintesis dan konduktansi mesofil daun diukur pada saat tanaman berumur 2 dan 4 BST menggunakan sistem fotosintesis portabel (model 6400; Li-Cor, Lincoln, NE). Kandungan prolin dianalisis pada saat tanaman berumur 3 BST dengan metode Bates (1973). Pada akhir percobaan (4 bulan setelah tanam = BST), dilakukan pengamatan destruktif, meliputi panjang akar, bobot kering akar, kadar air batang, luas daun, dan bobot kering tajuk tanaman. Luas daun dihitung menggunakan gravimetri (Sitompul & Guritno 2005).

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam. Penentuan taraf toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan seperti pada percobaan sebelumnya menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil terhadap bobot kering tanaman antara perlakuan cekaman kekeringan dengan kontrol. Kriteria toleransi tanaman jarak pagar terhadap kekeringan mengacu percobaan Lapanjang *et al.* (2008), serta uji indeks sensitivitas kekeringan berdasarkan rumus Fisher dan Maurer (1978) seperti yang dijelaskan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi aksesori yang cocok untuk batang bawah secara cepat di laboratorium

Stres adalah suatu kondisi eksternal kurang baik yang memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan/atau produktivitas (Schulze *et al.* 2005). Ketersediaan air merupakan pembatas utama produksi tanaman. Tanaman akan terganggu pertumbuhannya ketika ketersediaan air di permukaan tanah berkurang. Konsep cekaman kekeringan pada tanaman adalah berkurangnya pasokan air di daerah perakaran

dan permintaan air yang berlebihan oleh daun, sehingga laju transpirasi melebihi laju absorpsi oleh akar (Harjadi & Yahya 1988).

Toleransi kekeringan mengacu pada sejauh mana tanaman mempertahankan fungsi metabolisme mereka ketika potensial air daun sangat rendah. Meskipun mekanisme toleransi kekeringan kurang dipahami, penyesuaian osmotik dianggap berhubungan dengan toleransi dehidrasi. Penyesuaian osmotik adalah akumulasi dari zat terlarut organik atau anorganik sebagai respons terhadap cekaman air sehingga mempertahankan potensi turgor jaringan.

Pengembangan galur tanaman tahan kekeringan melalui seleksi dan program pemuliaan memiliki nilai ekonomi yang cukup besar untuk meningkatkan produksi tanaman di area dengan curah hujan rendah (Subbarao *et al.* 2005). Namun, ketersediaan variasi genetik antar-spesifik dan intra-spesifik sangat penting dalam kegiatan seleksi dan pemuliaan untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman (Blum 1985; Ashraf & Sharif 1998; Serraj *et al.* 2005). Dalam rangka mengembangkan kultivar toleran kekeringan, penting untuk mengembangkan metode penapisan yang efisien dan kriteria seleksi yang sesuai.

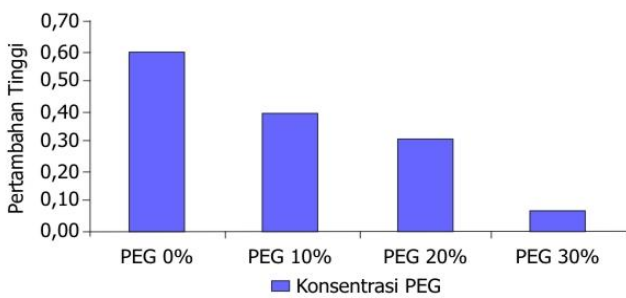
Berbagai cara telah dikembangkan untuk menilai ketahanan aksesori plasma nutfah untuk ketahanannya terhadap kekeringan, salah satunya adalah menggunakan polietilena glikol (PEG). Kesederhanaan dari metode ini memungkinkan melakukan penapisan cekaman kekeringan pada populasi tanaman yang besar dalam ruang terbatas dan waktu singkat.

Bahan tanaman yang digunakan berupa stek pucuk. Kegiatan ini diawali dengan penyiapan pohon induk yang diambil dari kebun koleksi aksesori jarak pagar hasil eksplorasi di Kebun Percobaan Asem-bagus, Situbondo, setiap aksesori ditanam sebanyak 40 pot sebagai sumber stek pucuk calon batang bawah. Pohon induk ini dipelihara dan disemprot dengan zat perangsang pertunasan untuk memacu pertumbuhan tunas, sehingga tunas pucuk yang akan terbentuk lebih banyak dalam waktu lebih cepat. Selain kegiatan penyiapan bahan tanaman, telah dilakukan uji optimasi metode aplikasi PEG seperti yang disajikan dalam Gambar 1.

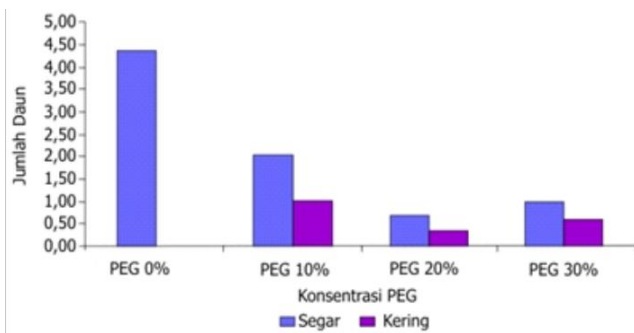
Secara umum, semakin meningkat konsentrasi PEG semakin besar tingkat penghambatan pertumbuhan tajuk, jumlah daun segar, dan panjang akar (Gambar 2, 3, dan 4). PEG berperan mensimulasikan cekaman kekeringan dengan menurunkan potensi air sehingga menghambat penyerapan air dan hara oleh akar tanaman. Pada pengamatan 42 hari setelah perlakuan PEG terlihat gejala penghambatan pertumbuhan tajuk, jumlah daun dan akar pada perlakuan konsentrasi 20 dan 30% PEG 6000, sedangkan pada kontrol (0% PEG) dan 10% PEG pertumbuhan terlihat normal.



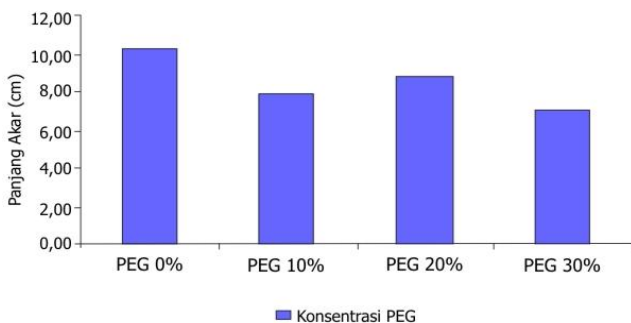
Gambar 1 Uji optimasi metode aplikasi PEG di laboratorium Balittas, Malang.



Gambar 2 Pengaruh konsentrasi PEG pada pertambahan tinggi bibit.



Gambar 3 Pengaruh konsentrasi PEG pada jumlah daun.



Gambar 4 Pengaruh konsentrasi PEG pada panjang akar.

Penggunaan PEG-6000 menunjukkan bahwa perkecambahan benih bunga matahari terhambat pada konsentrasi PEG-6000 dengan tekanan osmotis lebih rendah dari -5 bar (Smok *et al.* 1993). Peningkatan konsentrasi PEG-6000 menurunkan perkecambahan, tinggi tanaman, dan bobot kering,

sedangkan panjang akar meningkat (Ahmad *et al.* 2009). Dengan demikian larutan PEG dapat digunakan sebagai stimulator cekaman kekeringan di tingkat laboratorium.

Uji adaptasi aksesi calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan melalui percobaan dalam pot di rumah kaca

Kegiatan uji adaptasi aksesi calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan dalam pot dilakukan di rumah kaca Cikabayan IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat. Pada saat ini tanaman berumur 12 minggu (Gambar 5). Secara umum pertumbuhan provenan jarak pagar terlihat normal pada kadar air tanah 80% kapasitas lapang. Pertumbuhan mulai terhambat pada kadar air tanah 60%. dan penghambatan tertinggi terjadi pada provenan jarak pagar dengan perlakuan kadar air tanah 40% (Tabel 1).

Penghambatan pertumbuhan ditunjukkan dengan penurunan komponen pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang). Sebaliknya, peubah jumlah cabang lebih banyak dipengaruhi dari genotipenya; percabangan IP-3M (4,78) dan Sulawesi 117 (4,67) lebih banyak dibandingkan provenan lainnya. Ada perbedaan yang mencolok dari karakter tunas dan warna daun muda pada genotipe NTB 116 yang cenderung berwarna merah keunguan. Kandungan klorofil belum dianalisis secara lengkap.

Dua komponen utama resistensi tanaman terhadap kekeringan ialah terhindar kekeringan (*drought avoidance*) dan toleran terhadap kekeringan (*drought tolerance*) (Harjadi & Yahya 1988).

Toleransi kekeringan mengacu pada sejauh mana tanaman mempertahankan fungsi metabolisme mereka ketika potensial air daun sangat rendah. Tanaman toleran terhadap kekeringan adalah fitur adaptif yang melibatkan respons tanaman pada tingkat selular dan seluruh tanaman seperti sintesis dan akumulasi zat terlarut organik yang kompatibel, sintesis protein stres, up-regulasi enzim antioksidan, pengembangan sistem akar yang dalam dan padat, lilin epikutikula, dan daun menggulung. Jika kita menganalisis semua sifat-sifat toleransi stres air, tampak bahwa toleransi kekeringan pada tanaman biasanya bergantung pada



Pembibitan provenan jarak pagar untuk uji adaptasi

Uji adaptasi akses calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan di rumah kaca

Gambar 5 Uji adaptasi akses calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan di rumah kaca Cikabayan, IPB, Dramaga, Bogor.

Tabel 1 Pengaruh cekaman kekeringan dan bahan tanaman pada tinggi tanaman. jumlah cabang. jumlah daun dan diameter batang pada 8 MST

| Perlakuan | Tinggi (cm) | Jumlah Daun (cm) | Jumlah Cabang (bh) | Diameter Batang (bh) |
|------------------------|-------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Kadar air tanah | | | | |
| 80% (Kontrol) | 43,30a | 15,80a | 1,97a | 1,37a |
| 60% | 39,32b | 12,83b | 1,47ab | 1,20b |
| 40% | 38,19b | 12,53b | 1,33b | 1,19b |
| Provenan | | | | |
| IP-3M | 39,21bcd | 23,56a | 4,78a | 1,38a |
| Jatim 013 | 41,72abc | 12,00bc | 0,56bc | 1,25ab |
| Jatim 045 | 40,06bcd | 11,00bc | 0,67bc | 1,23ab |
| NTT 065 | 34,38d | 10,11c | 0,11c | 1,10b |
| NTT 080 | 41,64abc | 10,89bc | 0,89bc | 1,29ab |
| NTB 019 | 38,19bcd | 11,67bc | 1,00bc | 1,24ab |
| NTB 047 | 47,60a | 13,22b | 1,67b | 1,35a |
| NTB 116 | 41,63abc | 11,67bc | 1,11bc | 1,29ab |
| Sulawesi 72 | 35,89cd | 9,22c | 0,44c | 1,20ab |
| Sulawesi 117 | 42,36ab | 23,89a | 4,67a | 1,24ab |

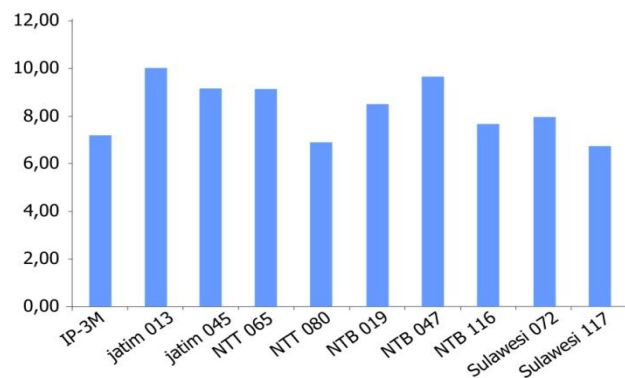
Keterangan:

Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu baris dan satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Range Test=DMRT*) 5%.

satu atau lebih dari komponen berikut ini termasuk penghindaran (1) kapasitas akar tanaman untuk mengambil air dari tanah (2) kapasitas penyesuaian osmotik (3) efisiensi penggunaan air (Parry *et al.* 2005; Reynolds *et al.* 2005; Neumann 2008).



Gambar 6 Uji adaptasi akses calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan di lapangan KP. Asembagus. Balittas. Situbondo.



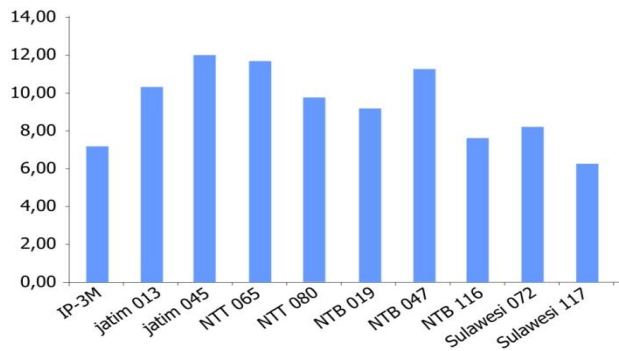
Gambar 7 Tinggi tanaman pada sepuluh provenan jarak pagar.

Uji adaptasi akses calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan melalui percobaan di lapangan

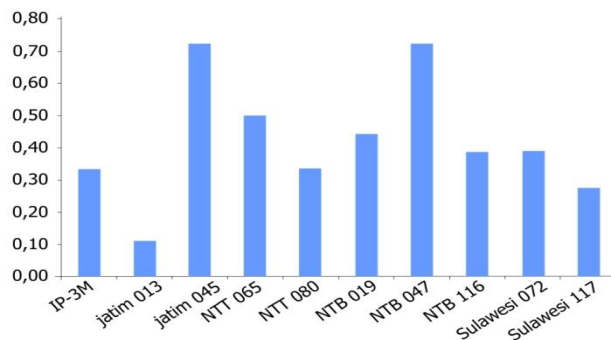
Pada kegiatan uji adaptasi akses calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan di lapangan akan dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (Balittas) di KP. Asembagus, Situbondo, Jawa Timur. Kegiatan yang telah dilakukan adalah persiapan lahan meliputi: pembersihan lahan, pengolahan tanah, ploting, pembibitan dan analisis tanah.

Penyiraman dilakukan setiap dua hari selama satu bulan pertama, selanjutnya jadwal penyiraman disesuaikan dengan perlakuan. Pengukuran kandungan air tanah menggunakan *Electric Soil Impedance*. Alat sensor kandungan air tanah ditanam dalam media tanam dengan kedalaman 20 cm dari permukaan media. Pada saat ini tanaman berumur 4 minggu setelah tanam di lapangan (Gambar 6).

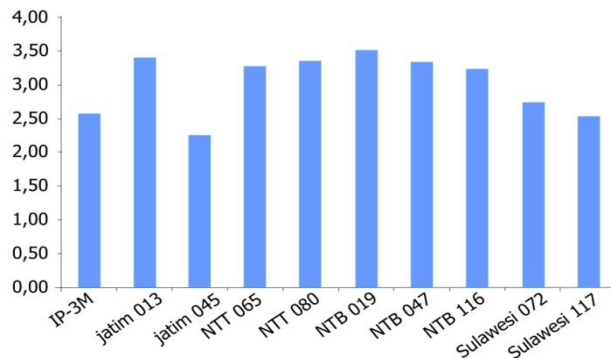
Pada pengamatan pertumbuhan 2 minggu setelah tanam belum terlihat pengaruh perlakuan pengairan



Gambar 8 Jumlah daun pada sepuluh provenansi jarak pagar.



Gambar 9 Jumlah cabang pada sepuluh provenansi jarak pagar.



Gambar 10 Diameter batang pada sepuluh provenansi jarak pagar.

(Gambar 7, 8, 9, dan 10). Perbedaan komponen pertumbuhan lebih dipengaruhi oleh faktor genotipe dari provenansi jarak pagar yang diuji. Tanaman yang paling tinggi dicapai oleh provenansi Jatim 013, diikuti NTB 047, sedangkan tanaman paling rendah terdapat pada provenansi NTT 080.

Jumlah cabang tertinggi dicapai oleh provenansi Jatim 045 diikuti dengan provenansi NTB 047, sedangkan jumlah cabang paling sedikit terdapat pada provenansi Jatim 013.

Provenansi NTB 019 memiliki diameter batang terbesar, diikuti dengan provenansi Jatim 013 dan NTB 047, sedang jumlah diameter batang terkecil terdapat pada provenansi Jatim 045.

KESIMPULAN

Poli-etilena glikol (PEG) mampu menghambat ketersediaan air atau menyebabkan menurunnya potensial air, sehingga dapat digunakan sebagai simulator cekaman kekeringan untuk uji toleransi aksesori jarak pagar terhadap cekaman kekeringan.

Hasil pengamatan pertumbuhan pada uji adaptasi aksesori calon batang bawah terhadap cekaman kekeringan menunjukkan tiga provenansi yang potensial sebagai batang bawah, yaitu IP-3M, Sulawesi 117, dan NTB 047. Batang bawah yang adaptif terhadap cekaman kekeringan ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber batang bawah yang diharapkan mampu meningkatkan produktivitas jarak pagar pada kondisi ketersediaan air terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian dan kepada Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (Balittas), Malang, atas bantuannya sehingga penelitian ini berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad S, Ahmad R, Ashraf MY, Ashraf M, Waraichi EA. 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) responds to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak J Bot.* 41(2): 647–654.
- Ashraf MY, Naqvi MH, Khan AH. 1996. Evaluation of four screening techniques for drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agron Hung.* 44: 213–220.
- Bates LS, Waldren RP, Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil.* 39: 205–207.
- Blum A. 1985. Breeding for crop varieties for stress environments. *Crit Rev Plant Sci.* 2: 199–238.
- Cholid M, Romli M, Estiana H. 2006. Regenerasi tunas jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui micro cutting. Lokakarya II Status Teknologi Tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Bogor, 29 Nopember 2006. Puslitbangbun.
- Djumali, Kadarsih SA. 2009. Karakteristik batang jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Djumali, Machfud M. 2009. Fotosintesis dan kaitanya dengan produksi tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya Nasional IV Jarak Pagar: Akselerasi Inovasi Teknologi Jarak Pagar Menuju Desa Mandiri Energi. Surya Pena Gemilang Publishing. Malang. p. 177–183.

- Djumali. 2010. Identifikasi karakter tanaman jarak pagar yang mempengaruhi produksi dan kadar minyak. Laporan Tengah Tahun Balittas. Malang.
- Fisher RA, Maurer R. 1978. Drought stress in spring wheat cultivars: 1. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897–912.
- Hamdi AH. 2007. Implementasi kebijakan pengembangan jarak pagar sebagai sumber BBN. Prosiding Lokakarya Nasional II Jarak Pagar: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar *Jatropha curcas* L. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. p. 1–6.
- Haryadi SS, Yahya S. 2008. *Fisiologi stres tanaman*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hasnam. 2007. Status perbaikan dan penyediaan bahan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar, *Jatropha curcas* L.
- Lapanjang I, Purwoko BS, Hariyadi, Budi RSW, Melati M. 2008. Evaluasi beberapa ekotipe jarak pagar untuk toleransi cekaman kekeringan. *Bul Agron.* 37(3): 263–269.
- Mulyani AF, Agus, Allelorung D. 2006. Potensi sumber daya lahan untuk pengembangan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian.* 23(4): 130–138.
- Neumann PM. 2008. Coping mechanisms for crop plants in drought-prone environments. *Ann Bot* 101(7): 901–907.
- Parry MAJ, Flexas J, Medrano H. 2005. Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. *Ann Appl Biol.* 147: 211–226.
- Reynolds MP, Mujeeb-Kazi A, Sawkins M. 2005. Prospects for utilizing plant-adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity-prone environments. *Ann Appl Biol.* 146: 239–259.
- Schulze ED, Beck E, Hohenstein KM. 2005. Environment as Stress Factor: Stress Physiology of Plants. *Plant Ecology.* 702p.
- Serraj R, Hash TC, Buhariwalla HK, Bidingger FR, Folkertsma RT, Chandra S, Gaur PM, Kashiwagi J, Nigam SN, Rupakula A, Crouch JH. 2005. Marker-assisted breeding for crop drought tolerance at ICRISAT: achievements and prospects. In: Tuberosa R, Phillips RL, Gale M (eds) Proceedings of the International Congress “In the Wake of the Double Helix: From the Green Revolution to the Gene Revolution”. Avenue Media. Bologna. Italy. pp 217–238.
- Sitompul SM, Guritno B. 1995. *Analisa Pertumbuhan Tanaman*. UGM Gadjah Mada University Press.
- Subbarao GV, Ito O, Serraj R, Crouch JJ, Tobita S, Okada K, Hash CT, Ortiz R, Berry WL. 2005. Physiological perspectives on improving crop adaptation to drought justification for a systematic component-based approach. In: Pessaraki M (ed) Handbook of Photosynthesis, 2nd edn. Marcel and Dekker. New York. pp 577–594.
- Sudarmo H, Heliyanto B, Suwarso, Sudarmadji. 2007. Akses potensial jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Dalam Prosiding Lokakarya II: Status teknologi tanaman jarak pagar *Jatropha curcas* L. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. p. 111–114.
- Yoshida S, Forno DA, Cook JH, Gomez KA. 1976. *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice*. Ed. Ke-3. Philippines: IRRI. 83p.