

PENGANGKATAN AIR TANAH OLEH JAMBU METE DAN PROSPEK PEMANFAATANNYA

Hydraulic Lift on Cashew and Its Utilization Prospect

JOKO PITONO

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute

Jl. Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111, Indonesia

Email: jokopitono@litbang.kemtan.go.id; pitono2014@gmail.com

ABSTRAK

Jambu mete dikembangkan secara luas di wilayah berlahan kering dan beriklim kering karena memiliki kemampuan adaptasi yang baik pada kondisi kekeringan, khususnya di wilayah timur Indonesia. Nilai ekonomi jambu mete utamanya diperoleh dari produk kacang mete, buah semu, dan CNSL dari cangkang biji mete. Namun praktek budidaya yang dilakukan masyarakat umumnya terbatas dalam pemberian input produksi khususnya pupuk yang menyebabkan penampilan produktivitas jambu mete di wilayah tersebut masih tergolong rendah. Agar pengembangan jambu mete tetap menarik, maka selain memberikan nilai ekonomi dari kacang mete dan produk ikutannya, diharapkan juga bisa memberikan nilai tambah untuk konservasi ekologi pada lahan kering. Sebagaimana hasil dari beberapa studi ekologi pada beberapa spesies tanaman hutan dan gurun tertentu yang terbukti dapat mengkonservasi lengas tanah di sekitar titik tumbuhnya. Kemampuan menyeimbangkan defisit lengas tanah yang hilang pada siang hari akibat evapotranspirasi yang tinggi, diketahui berasal dari proses *hydraulic lift*, yaitu proses jaringan akar yang mampu membasahi kembali partikel tanah di lapisan atas saat potensial air di jaringan akar tinggi dan laju transpirasi pada periode malam hari sangat rendah. Hasil dari beberapa studi terakhir menunjukkan bahwa tanaman jambu mete juga berindikasi memiliki kemampuan *hydraulic lift*, baik pada uji skala rumah kaca maupun skala lapangan. Tentunya, adanya kemampuan fungsi ekologis yang demikian memberikan nilai yang lebih strategis bagi tanaman jambu mete untuk mendukung pengembangan pertanian lebih lanjut di lahan kering beriklim kering. Tulisan ini mengulas perkembangan terkini hasil evaluasi fungsi ekologis pada tanaman jambu mete, terutama yang terkait dengan kemampuan *hydraulic lift* dan perspektif potensi pemanfaatannya bagi pengembangan pertanian lahan kering ke depan.

Kata kunci: Jambu mete, *hydraulic lift*, kekeringan, sharing air

ABSTRACT

Cashew is widely cultivated in dry land with dry climates, especially in eastern Indonesia, due to its good adaptability to drought conditions. The economic value of cashew nuts is primarily from kernel, apple fruits, and CNSL from nut shells. However, the cultivation practices commonly done by the farmers rarely apply input production, especially fertilizer, resulting in low cashew productivity in the region. Thus, to maintain cashew nut development, in addition to improving the economic value of cashew nuts and its products, is also expected to provide ecological conservation in the dry land. Several studies on certain species of forest and desert plants indicated their ability to conserve moisture around the growing point. The ability to balance the soil moisture deficit lost during the day due to high evapotranspiration is identified as the result of the hydraulic lift process. Hydraulic lift process occurs when the root tissue is capable to moisten the soil particles in the upper layer because the water potential in the root tissue is high while the transpiration rate at night is very low. Recent studies at greenhouse and field trial also indicated the capabilities of hydraulic lift on cashew. This particular ecological function capability improves strategic value of cashew trees to support the further development of agriculture in dry land with dry climates. This paper reviewed the latest developments in the evaluation of ecological functions of cashew trees, especially related to its hydraulic lift capability and the perspectives of its potential utilization to develop agriculture in the dry land in the future.

Keywords: Cashew nuts, hydraulic lift, droughts, water sharing

PENDAHULUAN

Seiring semakin berkurangnya lahan pertanian ideal akibat intensifnya alih fungsi ke non pertanian yang mencapai kisaran 100 ribu ha/tahun, maka pengembangan pertanian ke depan akan semakin bertumpu pada lahan suboptimal lahan kering. Sementara kendala utama lahan kering adalah terbatasnya ketersediaan air yang siap pakai untuk keperluan budidaya tanaman. Pemilihan jenis komoditas yang tepat menjadi salah satu kunci keberhasilan pengembangan usahatani di lahan kering.

Jambu mete merupakan salah satu komoditas pilihan pada pengembangan usahatani di wilayah NTB, NTT, Bali, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Jawa Tengah, Jawa Timur dan DIY yang memiliki lahan kering beriklim kering cukup luas, sehingga menjadikan provinsi tersebut sebagai sentra produksi jambu mete nasional (Ditjenbun, 2016). Selain sebagai sumber pendapatan dari perolehan nilai ekonomi kacang mete, buah semu, dan *cashew nut shell liquid* (CNSL), fungsi ekologis jambu mete juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi tanah. Bahkan awal pengembangan jambu mete di Muna, Sulawesi Tenggara bertujuan untuk konservasi lahan dari erosi, dan jambu mete merupakan salah satu jenis tanaman pilihan untuk kegiatan reboisasi, bukan untuk alasan nilai ekonomi (Rahni *et al.*, 2016). Pergeseran alasan budidaya jambu mete untuk tujuan nilai ekonomi baru dimulai sekitar awal tahun 1970 an. Selain memiliki fungsi ekologis untuk pengendalian erosi tanah, ada indikasi bahwa tanaman jambu mete juga dapat memperpanjang periode ketersediaan lengas tanah pada musim

kemarau melalui proses isi ulang dengan mekanisme *hydraulic lift* (Pitono *et al.*, 2016a). Kemampuan *hydraulic lift* jambu mete berpeluang dimanfaatkan untuk menunjang pemenuhan kebutuhan air *cash crops* pada pola *intercropping* pertanaman jambu mete dan sekaligus memperpanjang periodisitas penanaman. Umumnya, pada lahan terbuka hanya dilakukan satu kali penanaman jenis tanaman pangan umur pendek, namun dengan pertanaman jambu mete sebagai *cash-crop intercropping*, maka intensitas tanam dapat ditingkatkan sekaligus memperluas pilihan jenis tanaman. Melalui pendekatan ini, diharapkan pemanfaatan kemampuan *hydraulic lift* jambu mete dapat meningkatkan produktivitas lahan kering.

Tulisan ini menguraikan tentang potensi *hydraulic lift* tanaman jambu mete yang dengan desain khusus dapat dimanfaatkan untuk menjaga lengas tanah tetap tersedia selama musim kering sehingga tetap memungkinkan untuk melakukan budidaya *cash crops* guna mendapatkan tambahan pendapatan petani.

Status Pengembangan Jambu Mete

Pengembangan jambu mete di Indonesia hingga tahun 2014 masih bertumpu pada perkebunan rakyat dengan total areal mencapai 531.154 ha (Ditjenbun, 2016). Dari luasan tersebut dihasilkan total gelondong mete sebanyak 131.302 ton dengan nilai devisa dari kegiatan export mencapai lebih dari US\$ 108 juta. Pengembangan jambu mete hingga saat ini masih terkonsentrasi pada 8 provinsi utama, yaitu NTB, NTT, Sultra, Sulsel, Jatim, Jateng, Bali dan DIY. Kedelapan wilayah tersebut memiliki tipologi iklim dengan total curah hujan >2000 mm/tahun dengan jumlah bulan kering >4 bulan yang cukup

Table 1. Area and production of cashew on 8 production center territories

No	Lokasi/ Location	Areal/Area (Ha)	Produksi/Production (Ton/Thn)
1.	Nusa Tenggara Timur	169.245	44.107
2.	Nusa Tenggara Barat	56.152	11.856
3.	Bali	8.770	3.480
4.	Sulawesi Tenggara	117.854	24.496
5.	Sulawesi Selatan	57.944	16.606
6.	Jawa Tengah	25.131	11.431
7.	Jawa Timur	48.626	12.849
8	DIY	14.675	420

Sumber/source: Ditjenbun (2016)

ideal bagi perkembangan jambu mete (Las dan Abdullah, 1985). Secara umum permasalahan utama pengembangan jambu mete adalah minimnya pemeliharaan oleh petani yang menyebabkan produktivitas menjadi rendah, yaitu hanya pada kisaran 360 - 417 kg gelondong/ha/th (Ditjenbun, 2016). Tindakan teknis yang perlu segera dilakukan adalah meningkatkan produktivitas dan pemanfaatan potensi ekologis jambu mete untuk keberlanjutan usahatani yang lebih menguntungkan, khususnya di wilayah berlahan kering.

Fenomena *Hydraulic Lift*

Pada malam hari saat transpirasi tanaman sangat rendah, jenis tanaman yang memiliki tipe perakaran dalam mampu membasahi partikel tanah lapisan dangkal yang sebelumnya telah mengering melalui mekanisme *hydraulic lift* (Caldwell *et al.*, 1998). Pembuktian pertama kali adanya *hydraulic lift* di lapangan melalui pengamatan fluktuasi potensial air tanah (Ψ_s) pada spesies semak besar *Artemisia tridentate* dalam siklus 24 jam (Richards and Caldwell, 1987). Fluktuasi Ψ_s nampak jelas mengikuti siklus siang-malam, dimana Ψ_s meningkat pada malam hari seiring dengan kenaikan lengas tanah dan menurun pada siang hari menyertai kehilangan lengas tanah akibat proses evapotranspirasi. Secara teori, ketika stomata daun terbuka pada siang hari, air bergerak dari tanah lembab dengan potensial air tinggi ke perakaran tanaman yang memiliki potensial air rendah, dan selanjutnya masuk ke aliran transpirasi (Caldwell *et al.* 1998). Sebaliknya, ketika stomata tertutup pada malam hari, air dari tanah diangkut melalui akar tunggang menuju ke daun. Seiring dengan menurunnya transpirasi, potensial air tanaman semakin meningkat hingga di atas potensial air tanah di lapisan dangkal yang kering, selanjutnya air mengalir keluar dari akar menuju ke tanah (*efflux*). Berdasarkan prinsip tersebut, air bergerak dari lapisan tanah bawah yang lembab melalui sistem perakaran menuju permukaan tanah lapisan atas yang lebih kering, sehingga dapat meningkatkan kelengasan tanah di zona akar secara efektif.

Transfer air dari akar menuju ke tanah melalui mekanisme *hydraulic lift* dipandang

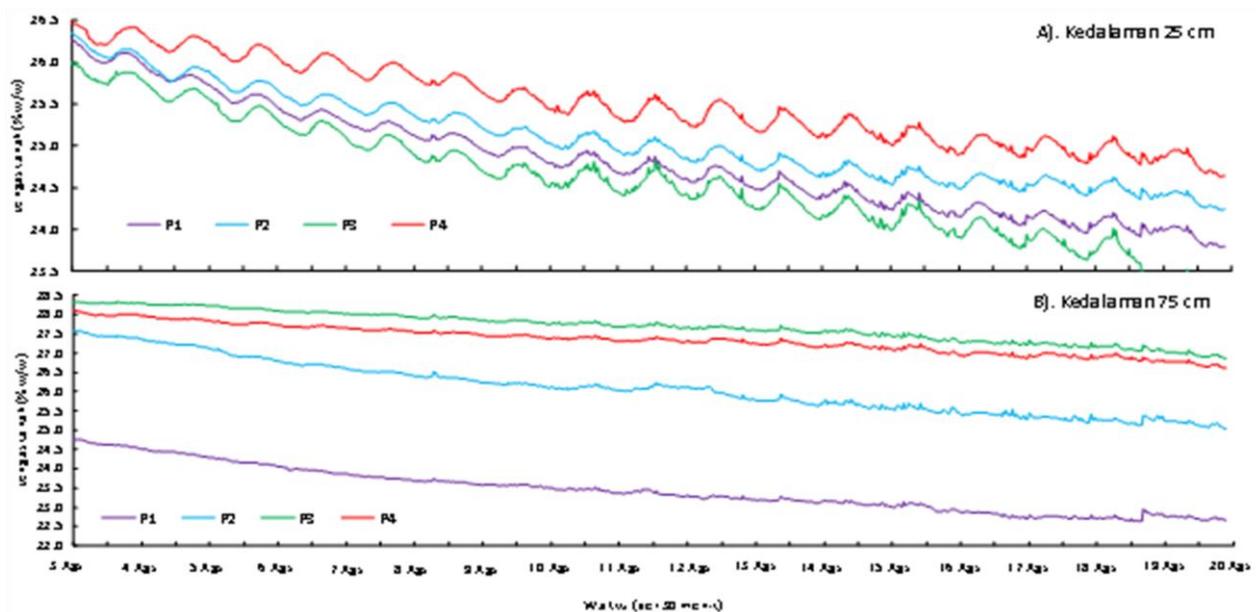
mampu menyediakan air untuk disimpan di tanah lapisan dangkal, sekaligus berfungsi sebagai penyangga saat terjadi kekeringan (Richards and Caldwell, 1987), dan mencegah putusny kolom kapiler (*cavitation*) pada jaringan vascular akar (Scholz *et al.*, 2002). Kehadiran *hydraulic lift* berkontribusi meningkatkan daya toleransi tanaman terhadap kekeringan yang ekstrim dengan memperpanjang kelangsungan hidup akar dan mendorong pembentukan akar halus baru di permukaan tanah kering (Espeleta *et al.*, 2004). Banyaknya akar halus yang terbentuk menyebabkan semakin besar air yang dapat ditransfer ke tanah melalui proses *hydraulic lift*, sehingga tanah lapisan dangkal menjadi semakin lembab dan serapan hara semakin meningkat (Dawson, 1998).

Pada awalnya, mekanisme transfer air dari jaringan akar ke tanah belum sepenuhnya dipahami. Namun, akhirnya diketahui bahwa proses aliran air pada jaringan tanaman serta antara akar dan tanah, merupakan peran penting dari *aquaporins*, yaitu membran protein saluran air yang memfasilitasi gerakan pasif molekul air pada saat gradien potensial air turun (Jackson *et al.*, 2000). *Aquaporins* dikodekan oleh banyak gen yang diatur secara temporal dan spasial selama perkembangan tanaman terutama untuk merespon stres kekeringan (Kjellbom *et al.*, 1999).

Hydraulic Lift pada Jambu Mete

Hydraulic lift merupakan mekanisme pengangkatan air tanah oleh tanaman pada saat perbedaan potensial air di jaringan akar tanaman dan di matrik tanah cukup besar, sehingga terjadi proses redistribusi kembali air dari jaringan tanaman ke partikel tanah. Hasil studi di lapangan dan skala pot menunjukkan bahwa tanaman jambu mete terbukti memiliki kemampuan *hydraulic lift* (Pitono *et al.*, 2015). Hasil ini menambah daftar kelompok spesies dengan kemampuan *hydraulic lift*, yang sebelumnya tercatat sekitar 30 spesies (Caldwell *et al.*, 1998), dan sekaligus merupakan *approval* pertama kali dari kelompok komoditas perkebunan yang memiliki kemampuan *hydraulic lift*.

Secara ekologis, adanya proses *hydraulic lift* membantu perlambatan penurunan lengas tanah



Gambar 1. Dinamika lengas tanah pada posisi dari pangkal batang jambu mete sejauh 1 x RK (P₁), 1 ½ x RK (P₂), 2 x RK (P₃), dan 2 ½ x RK (P₄) untuk kedalaman 25 cm (A) dan 75 cm (B). RK adalah jari-jari kanopi tanaman jambu mete. *Sumber*: Pitono *et al.*, 2016a.

pada musim kemarau, sehingga periode level ketersediaan air tanah yang memungkinkan untuk budidaya *cash crops* menjadi lebih panjang. Keuntungan ekologis ini tentu diharapkan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk peningkatan produktivitas lahan jambu mete di wilayah kering. Namun untuk memaksimalkan pemanfaatan fungsi ekologis ini masih diperlukan pengaturan arsitektur kebun dengan tata letak dan komposisi tanaman jambu mete dan *cash crops* yang tepat. Sejauh ini belum tersedia informasi yang memadai tentang desain arsitektur kebun tersebut, sehingga menjadi obyek riset yang menarik untuk dilakukan ke depan.

Hydraulic Lift dan Sharing Air

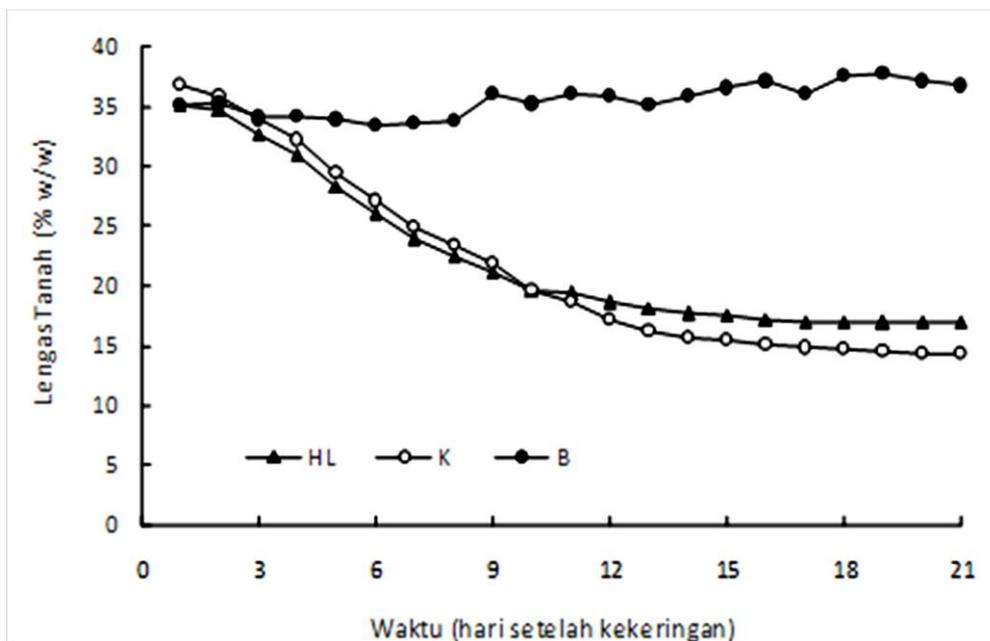
Hydraulic lift membantu menjaga ketersediaan air pada kolom tanah lapisan dangkal setiap hari untuk selanjutnya tidak hanya dikonsumsi oleh tanaman berakar dalam yang melakukan *hydraulic lift*, tetapi juga dapat dimanfaatkan oleh tanaman berakar dangkal di sekitarnya yang tidak mampu melakukan *hydraulic lift* (Caldwell *et al.*, 1998; Sekiya and Yano, 2004). Fenomena *hydraulic lift* sangat bermanfaat untuk pengembangan model

bioirigasi (Pitono, 2014). Bila terjadi keseimbangan antara besaran volumetrik air yang dikonsumsi dan tingkat *recovery* lengas tanah, maka kedua tanaman tersebut dapat melewati periode kekeringan dengan baik.

a) Kasus pada tanaman jambu mete

Hasil evaluasi skala pot menunjukkan dengan jelas bahwa selama periode stres kekeringan, *hydraulic lift* pada jambu mete dapat berkontribusi mempertahankan lengas tanah bagian atas, sehingga memberi kesempatan tanaman jagung yang tumbuh di sekitarnya untuk memperoleh akses air (Pitono *et al.*, 2016b). Perbedaan status lengas tanah antara kondisi cukup air sebagai kontrol dan kondisi kekeringan dengan akses *hydraulic lift* maupun tanpa akses *hydraulic lift* ditunjukkan pada Gambar 2.

Seiring dengan tersedianya akses air tanah dari kontribusi aktivitas *hydraulic lift* jambu mete, fungsi transpirasi dan fotosintesis tanaman jagung selama periode stres kekeringan relatif tetap terpelihara lebih baik dibandingkan dengan tanaman jagung lain yang tidak mendapatkan akses sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete (Pitono *et al.*, 2016b). Lebih lanjut, dengan adanya sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete, rata-rata transpirasi dan fotosintesis tanaman

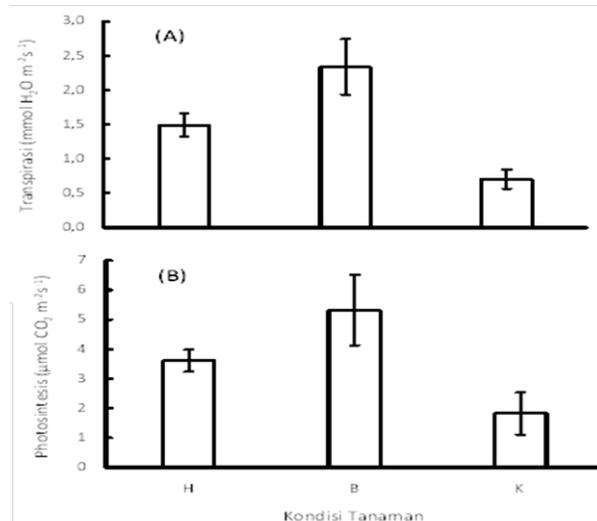


Gambar 2. Dinamika lengas tanah pada kom-partemen tanaman jagung selama periode stres kekeringan untuk kondisi cukup air (garis dengan lingkaran isi), mendapat akses sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete (garis dengan segitiga isi), dan tanpa akses sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete (garis dengan lingkaran kosong). *Sumber*: Pitono *et al.*, 2016b.

jagung berturut-turut hanya turun sekitar 36% dan 37% dibandingkan tanaman jagung lain yang tidak mendapat sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete yang turun hingga 70% dan 57%.

b) Kasus pada tanaman lain

Analisis tingkat landscape menunjukkan adanya beberapa spesies jenis pepohonan yang terbukti dapat memfasilitasi kebutuhan air spesies rerumputan yang ada di bawah tajuk untuk bertahan hidup pada lingkungan savana yang terbatas sumber airnya (Dohn *et al.*, 2013; Ward *et al.*, 2013). Lebih lanjut, hasil studi lebih detail di habitat savana dengan pelacak ^2H stable isotope juga menguatkan adanya peran *hydraulic redistribution* dalam sharing penggunaan air dari spesies pepohonan *Terminalia sericea* (Roxb.), *Philenoptera violacea* (Klotzsch), dan *Vachellia nilotica* (L.) yang memiliki akses akar ke air di lapisan dalam untuk digunakan oleh spesies rerumputan *Panicum maximum* (Jacq.) yang tumbuh di sekitarnya (Priyadarshini *et al.*, 2015). Fenomena yang sama juga ditemukan pada hasil uji skala pot yang mengkombinasikan antara tanaman tahunan jenis kacang-kacangan



Gambar 3. Rata-rata nilai transpirasi (A) dan fotosintesis (B) tanaman jagung pada 10 hari setelah perlakuan kekeringan: H = mendapat akses sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete; B = kondisi cukup air; dan K = tanpa akses sharing air dari *hydraulic lift* jambu mete. *Sumber*: Pitono *et al.*, 2016b.

berperakaran dalam yang memiliki kemampuan *hydraulic lift* yaitu *Cullen pallidum* (N.T.Burb) J.W.Grimes dan *Medicago sativa* dengan jenis kacang-kacangan berperakaran dangkal *Trifolium subterraneum* L. (Pang *et al.*, 2013). Pada saat diberikan stres kekeringan, *T. subterraneum* nampak tetap survive dengan produksi biomas tajuk sekitar 56 - 67% dari biomas tajuk saat tumbuh dalam kondisi cukup air.

Bukti lain menunjukkan bahwa air yang terangkut ke atas dan dilepaskan ke tanah lapisan dangkal oleh *Arthemisia tridentata* dapat dikonsumsi oleh rerumputan lain yang akarnya bercampur dengan akar *A. tridentata* di tanah lapisan atas yang kering (Caldwell and Richards, 1989). Pada tegakan pinus ponderosa, adanya air dari *hydraulic lift* nampak jelas meningkatkan kelangsungan hidup bibit pinus ponderosa selama periode kering di musim panas (Brooks *et al.*, 2002). Dawson (1993) melakukan studi *hydraulic lift* pada pohon maple (*Acer saccharum*) dewasa selama periode kering di musim panas di bagian utara New York, menemukan bahwa vegetasi yang hidup di sekitarnya dan tidak dapat menyerap langsung ke sumber air tanah dalam, juga mendapatkan sebagian air yang diangkat melalui *hydraulic lift* pohon maple. Proporsi air dari *hydraulic lift* maple yang digunakan oleh vegetasi tersebut berkisar 3 - 60% (Caldwell *et al.*, 1998).

Prospek Pemanfaatan *Hydraulic Lift* Jambu Mete

Potensi *hydraulic lift* jambu mete sejauh ini belum menjadi perhatian dan dimanfaatkan pada program pengembangan pertanian lahan kering. Seperti telah disinggung di atas, prospek pemanfaatan kemampuan *hydraulic lift* jambu mete yang paling sederhana adalah implementasi dalam praktek budidaya *intercropping* pada musim kemarau di lahan kering. Namun diperlukan pengaturan tata ruang yang tepat agar efek *recovery* lengas tanah harian pada lapisan tanah atas oleh aktivitas *hydraulic lift* jambu mete pada musim kemarau dapat menopang pertumbuhan dan produksi tanaman *intercropping*. Area terbuka untuk penanaman *intercropping* dapat disiapkan di antara dua barisan tanaman jambu mete yang jaraknya

disesuaikan dengan karakteristik *hydraulic lift* jambu mete. Berdasarkan hasil studi *hydraulic lift* skala lapang sebelumnya, pada blok pertanaman jambu mete umur 21 tahun diketahui bahwa kemampuan *recovery* lengas tanah harian yang ditimbulkan oleh aktivitas *hydraulic lift* masih efektif hingga jarak 2½ kali jari-jari kanopi dari pangkal jambu mete. Artinya, potensi area terbuka yang dapat digunakan untuk penanaman *intercropping* cukup leluasa yaitu lebar area terbuka di antara dua barisan jambu mete dapat setara dengan lima kali jari-jari kanopi jambu mete. Tentunya area terbuka tersebut cukup memadai untuk keperluan penanaman aneka tanaman *intercropping*.

Potensi lain dari kemampuan *hydraulic lift* jambu mete yang memungkinkan dimanfaatkan pada pengelolaan lahan kering adalah untuk memperbaiki aktivitas biologi dan akuisisi unsur hara pada zona perakaran. Secara konseptual, kondisi lengas tanah di lapisan atas yang terjaga bermanfaat untuk perkembangan mikroba di sekitar perakaran. Namun sejauh ini belum ada yang melaporkan aspek ini secara komprehensif, sehingga dapat menjadi area penelitian yang menarik ke depan.

Faktor Kritis Pemanfaatan *Hydraulic Lift* Jambu Mete

Berdasarkan mekanisme aktivitas *hydraulic lift* tanaman pada umumnya, perlu diperhatikan beberapa faktor utama yang diduga berpengaruh kuat untuk mendapatkan efek konservasi lengas tanah yang bisa dihadirkan oleh aktivitas *hydraulic lift* pada jambu mete. Beberapa faktor tersebut adalah sebagai berikut:

a) Stok air pada lapisan tanah dalam

Sebagai sumber air utama pada mekanisme *hydraulic lift*, air tanah dalam (*groundwater*) merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam praktek di lapangan. Mengingat kedalaman *groundwater* bervariasi menurut *toposequence* di lapangan, maka pemanfaatan *hydraulic lift* jambu mete dibatasi oleh jangkauan maksimum akar ke lapisan bawah tanah. Hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa penetrasi vertikal

perakaran jambu mete mencapai 5 - 8 m tergantung pada sifat fisik tanah. Berdasarkan hasil kalkulasi dari model pada spesies *Quercus douglasii* (blue oak) di lingkungan savana California, diprediksi bahwa hanya sekitar 15% dari total perakaran dalam yang berfungsi mengambil air dari *groundwater* untuk didistribusi ke lapisan tanah atas pada periode kekeringan (Gou and Miller, 2014). Lebih lanjut, identifikasi dan pemetaan sumber air tanah dalam dapat dilakukan dengan survei geolistrik menggunakan *terrameter* dan *geoscanner* untuk menggambarkan karakteristik sebaran aquifer (Kartiwa dan Dariah, 2012).

b) Perakaran

Pada umumnya tanaman yang memiliki kemampuan *hydraulic lift* adalah kelompok tanaman dengan sistem perakaran *dimorphic*, yaitu akar tunggang yang menghunjam ke bawah dan akar lateral yang tumbuh ke samping. Sebaliknya pada tanaman dengan sistem perakaran *monomorphic*, tidak memiliki akar lateral di lapisan tanah bagian atas, dan umumnya tidak memiliki kemampuan *hydraulic lift* (Scholz *et al.*, 2008; Grigg *et al.*, 2010). Dalam hal ini, jambu mete tergolong dalam kelompok tanaman dengan sistem perakaran *dimorphic*, karena memiliki akar lateral dan akar tunjang yang berkembang sangat ekstensif.

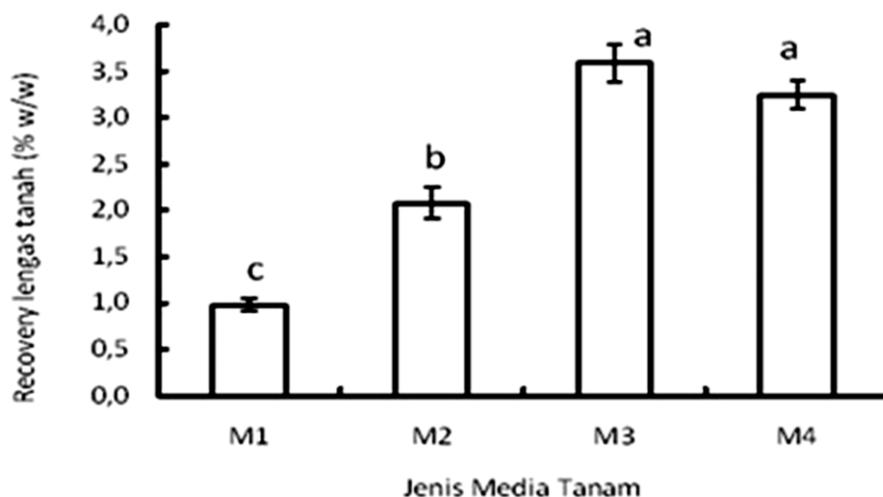
Pada kondisi normal, penetrasi perakaran jambu mete dewasa dapat mencapai lebih dari 5 m dengan sebaran akar lateral hingga radius lebih dari 10 m (Salam *et al.*, 1995). Perkembangan sistem perakaran jambu mete di lapangan sering mengalami hambatan oleh kondisi fisik tanah, seperti adanya lapisan cadas (*hard pan*). Hasil evaluasi skala pot menunjukkan bahwa panjang akar total jambu mete mengalami penurunan hingga 38% pada saat tumbuh pada media tanah yang memiliki tahanan mekanik sebesar 3,57 MPa (Pitono *et al.*, 2015). Hal lain yang belum diketahui secara jelas adalah hubungan antara volume akar yang mengakses air di lapisan tanah bawah yang lebih lembab dengan tingkat *recovery* lengas tanah harian. Hal ini penting untuk diketahui agar bisa memperkirakan aspek keluasan eksplorasi air oleh akar dalam dan potensi volumetrik air yang bisa

didistribusikan pada lapisan tanah atas oleh mekanisme *hydraulic lift*.

Selain faktor kemampuan penetrasi akar ke lapisan tanah bawah, bagian akar juga menentukan fungsi *hydraulic redistribution* tanaman. Studi mendalam pada sistem perakaran *Tamarix ramosissima* memperlihatkan bahwa akar lateral diduga tidak berperan aktif pada proses *hydraulic redistribution*, tetapi terjadi pada akar adventif yang berdiameter sekitar 2 - 5 mm dengan panjang 60 - 100 cm (Yu *et al.*, 2013). Sejauh ini belum ada pihak yang melaporkan secara komprehensif hal tersebut pada proses *hydraulic lift* jambu mete. Untuk itu, ke depan perlu dilakukan penelitian yang mendalam pada perspektif tersebut.

c) Sifat fisika tanah

Efektivitas *hydraulic lift* di lapangan dipengaruhi oleh faktor fisik tanah. Beberapa hasil studi menyebutkan bahwa struktur tanah yang dipadatkan pada batas tertentu cenderung meningkatkan transfer air dari akar ke partikel tanah di sekitarnya (Schippers *et al.*, 1967). Tanah bertekstur kasar berpasir dapat menurunkan proses *hydraulic lift* akibat kurangnya kontak antara akar dengan tanah dibandingkan dengan tanah bertekstur halus (Yoder and Nowak, 1999). Dengan demikian, pengaturan komposisi tanaman *hydraulic lift* dan tanaman sela dalam sistem konservasi lengas tanah di lahan kering tidak dapat disamakan antar lokasi. Khusus untuk lokasi yang memiliki tanah bertekstur kasar sebaiknya dipilih jenis tanaman utama dengan fungsi *hydraulic lift* kuat dipadukan dengan jenis tanaman sela dengan kebutuhan air relatif rendah (Pitono, 2014). Selain itu, penambahan bahan organik pada tanah bertekstur kasar dapat meningkatkan daya pegang air tanah dan kontak antar permukaan akar dengan partikel tanah, sehingga pelepasan air oleh akar ke tanah pada proses *hydraulic lift* dapat lebih efektif. Hasil uji skala pot memperkuat adanya pengaruh yang kuat antara kondisi fisik tanah dengan kemampuan *hydraulic lift* pada tanaman jambu mete (Pitono *et al.*, 2016c). Pengaruh sifat fisik tanah nampak jelas pada nilai *recovery* lengas tanah harian (Gambar 4).



Gambar 4. Nilai rata-rata recovery lengas tanah harian pada media pasir (M₁), pasir+kompos (M₂), pasir+tanah (M₃), dan pasir+tanah+kompos (M₄). Sumber: Pitono *et al.*, 2016b.

Hasil beberapa penelitian ini diharapkan dapat menginspirasi penyusunan peta pemanfaatan *hydraulic lift* untuk konservasi lengas tanah di lahan kering. Informasi dasar sebaran lahan menurut karakteristik sifat fisik dapat mengacu pada basis data lahan yang tersedia di Balai Besar Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, untuk dioverlay dengan pilihan jenis tanaman *hydraulic lift* nya. Untuk mendukung rencana penyusunan peta ini perlu dilakukan inventarisasi potensi *hydraulic lift* pada beberapa komoditas perkebunan dan hortikultura lain yang biasa dikembangkan di lahan kering seperti mangga, sawo, kemiri sunan, dan lainnya agar tersedia ragam pilihan sesuai dengan kondisi wilayah setempat.

d) *Karakteristik pasangan tanaman*

Pemilihan spesies tanaman yang dikombinasikan dengan jambu mete turut menentukan dalam memanfaatkan peluang *sharing* air pada proses *hydraulic lift* di lapangan. Secara prinsip beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain: level kebutuhan air yang relatif rendah, tidak menstimulir hadirnya organisme pengganggu tanaman (OPT), dan tajuk kanopi rendah, tidak melebihi 1,5 m.

Studi lapang model tumpang sari antara jambu mete dengan kopi di KP. Cikampek terbukti dapat menghadirkan sinergi yang positif, yaitu pertumbuhan dan produksi kopi jauh lebih baik tanpa adanya indikasi *trade off* pada hasil jambu mete (Maslahah *et al.*, 2016).



Gambar 5. Kondisi tumpangsari antara jambu mete dengan kopi yang berumur 1,5 tahun di KP Cikampek, Jawa Barat. Sumber: Maslahah *et al.*, 2016.

e) *Karakteristik iklim setempat*

Curah hujan merupakan unsur iklim terpenting dalam pemanfaatan potensi *hydraulic lift* untuk konservasi lengas tanah. Meskipun efek *hydraulic lift* baru terlihat selama periode kering, namun jumlah curah hujan untuk mengisi cadangan air tanah pada lapisan bawah harus mencukupi. Unsur iklim lain yang perlu diperhatikan adalah suhu udara dan kelembaban udara relatif. Kedua unsur iklim tersebut berpengaruh langsung dengan nilai defisit uap air udara yang menentukan besaran laju evapotranspirasi dan kehilangan air dari lahan.

f) *Pemeliharaan jambu mete*

Kegiatan pemeliharaan tanaman adalah tindakan penting untuk menjamin pemanfaatan kemampuan *hydraulic lift* jambu mete dapat berjalan secara maksimal dan berkelanjutan. Sebab dengan pemeliharaan tersebut tegakan tanaman jambu mete akan tumbuh sehat dengan fungsi fisiologis akar tetap baik untuk menopang proses *hydraulic lift*. Hal ini relevan dengan adanya beberapa kasus kematian jambu mete di lapangan yang salah satunya disebabkan oleh adanya serangan hama dan penyakit ataupun oleh faktor fisiologis lain, sehingga pemanfaatan fungsi *hydraulic lift* jambu mete untuk biokonservasi lengas tanah di lahan kering tersebut menjadi terhenti.

KESIMPULAN

Adanya bukti jambu mete memiliki kemampuan *hydraulic lift*, semakin memperkuat nilai strategis pengembangannya di lahan kering ke depan. Kemampuan *hydraulic lift* jambu mete mengangkat air dari lapisan tanah bawah dan mengisi ulang air di tanah lapisan atas pada musim kering, berpeluang dimanfaatkan sebagai komponen penguatan pertanian lahan kering. Bentuk pemanfaatan yang sederhana adalah penerapan pada pola *intercropping* di antara pertanaman jambu mete. Adanya efek konservasi lengas tanah dari aktivitas *hydraulic lift* jambu mete, diharapkan periode tanam *intercropping* akan semakin panjang dan pilihan jenisnya menjadi lebih beragam. Faktor kritis yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan *hydraulic lift* jambu mete antara lain: keberadaan cadangan air

dalam (*groundwater*), perkembangan dan jangkauan vertikal perakaran jambu mete ke bawah, jenis pasangan tanaman (*cash crops*), sifat fisik tanah, dan karakteristik iklim setempat.

Mengingat prospek pemanfaatan *hydraulic lift* jambu mete pada pertanian lahan kering cukup besar, maka perlu penelitian lanjutan yang lebih komprehensif. Penelitian mendasar terkait dengan estimasi kuantitatif neraca air dengan basis perhitungan kapasitas *hydraulic lift* jambu mete dan tingkat konsumsi air tanaman, serta efeknya terhadap akuisisi unsur hara dan biologi tanah sangat menarik dan diperlukan ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, J.R, F.C. Meinzer, R. Coulombe, and J. Gregg. 2002. Hydraulic redistribution of soil water during summer drought in two contrasting Pacific Northwest coniferous forests. *Tree Physiol* 22:1107–1117.
- Caldwell, M.M, and J.H. Richards. 1989. Hydraulic lift: water efflux from upper roots improves effectiveness of water uptake by deep roots. *Oecologia* 79:1–5.
- Caldwell, M.M., T.E. Dawson, and H. Richards. 1998. Hydraulic lift: consequences of water efflux from the roots of plants. *Oecologia*. (113): 151-161.
- Dawson, T.E. 1993. Hydraulic lift and water use by plants: implications for water balance, performance and plant– plant interactions. *Oecologia* 95:565–574.
- Dawson, TE. 1998. Water loss from tree roots influences soil water and nutrient status and plant performances. In: Flores HE, Lynch JP, Eissenstat DM (eds) *Radical biology: advances and perspectives in the function of plant roots (current topics in plant physiology no. 18)*. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, pp 235–250.
- Ditjenbun, 2016. Kebijakan pengembangan dan peningkatan nilai tambah jambu mete berbasis kawasan. *Prosiding Forum Komunikasi Jambu Mete Nasional II, Bogor 12-13 Oktober 2016. (Dalam proses penerbitan)*.

- Dohn, J., F. Dembele, M. Karembe, A. Moustakas, K.A. Amevor, and N. Hanan. 2013. Tree effects on grass growth in savannas: competition, facilitation, and the stress-gradient hypothesis. *Journal of Ecology* 101: 202-209.
- Espeleta J.F, J.B. West, and L.A. Donovan, 2004. Species-specific patterns of hydraulic lift in co-occurring adult trees and grasses in a sandhill community. *Oecologia* 138:341-349.
- Gou S., and G. Miller. 2014. A groundwater-soil-plant-atmosphere continuum approach for modelling water stress, uptake, and hydraulic redistribution in phreatophytic vegetation. *Ecohydrology* 7(3):1029-1041.
- Grigg A., H. Lambers, and E. Veneklaas. 2010. Changes in water relations for *Acacia ancistrocarpa* on natural and mine-rehabilitation sites in response to an experimental wetting pulse in the Great Sandy Desert. *Plant and Soil* 326: 75-96.
- Jackson, R.B., J.S. Sperry, and T.E. Dawson. 2000. Root water uptake and transport: using physiological process in global predictions. *Trends Plant Sci.* 5: 482-488.
- Kartiwa, B dan A. Dariah. 2012. Teknologi pengelolaan air lahan kering. Dalam: Dariah A., B. Kartiwa, N. Sutrisno, K. Suradisastra, M. Syarwani, H. Suparno, dan E. Pasandaran (Eds) *Prospek pertanian lahan kering mendukung ketahanan pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, RI. Hal: 103-122.
- Kjellbom, P., C. Larsson, I. Johansson, M. Karlsson, and U. Johanson. 1999. Aquaporins and water homeostasis in plants. *Trends Plant Sci.* 4: 308-314.
- Las, I., dan A. Abdullah. 1985. Peta kesesuaian iklim dan lahan untuk pengembangan jambu mete di Indonesia. *Badan Litbang Pertanian*. 16 hal.
- Maslahah, N. dan J. Pitono. 2016. Biokonservasi lengas tanah pada pola tumpangsari jambu mete dan kopi. *Prosiding Forum Komunikasi Jambu Mete Nasional II, Bogor 12-13 Oktober 2016 (Dalam proses penerbitan)*.
- Pang J., Y. Wang, H. Lambers, M. Tibbett, K.H.M Siddique, and M.H, Ryan. 2013. Commensalism in an agroecosystem: hydraulic redistribution by deep-rooted legumes improves survival of a droughted shallow-rooted legume companion. *Physiologia Plantarum* 149(1): 79-90.
- Pitono, J. 2014. Fenomena pengangkatan air dan prospek pengembangan bioirigasi pada pertanian lahan kering di Indonesia. *Perspektif Review Penelitian Tanaman Industri* 13(2):75-89.
- Pitono, J., M. Tsuda, and Y. Hirai. 2015. Water transport and growth of cashew (*Anacardium occidentale* L.) under soil mechanical impedance. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 21(3): 117-124.
- Pitono, J., N. Maslahah, Setiawan, R.A. Permadi, Suciandini, dan T. Nandar. 2016a. *Hydraulic lift* dan dinamika lengas tanah harian pada pertanaman jambu mete. *Bul. Littro* 27(2): 105-116.
- Pitono, J. N. Maslahah, dan Setiawan. 2016b. Efek *hydraulic lift* jambu mete menjaga potensial air daun, transpirasi, dan fotosintesis jagung pada kondisi kekeringan. *Laporan Teknis Kegiatan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat TA 2016. (Dalam proses penyusunan)*.
- Pitono, J., N. Maslahah, Setiawan, dan R.A. Permadi. 2016c. *Recovery* lengas tanah harian jambu mete pada variasi media tanam. *Prosiding Forum Komunikasi Jambu Mete Nasional II, Bogor 12-13 Oktober 2016. (Dalam proses penerbitan)*.
- Priyadarshini, K.V.R., H.H.T Prins, S. de Bie, I.M.A. Heitkonig, S. Woodborne, G. Gort, K. Kirkman, F. Ludwig, T.E. Dawson, and H. de Kroon, 2015. Seasonality of hydraulic redistribution by trees to grasses and changes in their water-source use that change tree-grass interactions. *Ecohydrology*. DOI:10.1002/eco.1624.
- Rahni, N.M., L. Karimuna, dan Asmin. 2016. Pengembangan agroindustri jambu

- mete di propinsi Sulawesi Tenggara. Proseding Forum Komunikasi Jambu Mete Nasional II, Bogor 12-13 Oktober 2016. (*Dalam proses penerbitan*).
- Richards, J.H. and M.M. Cadwell. 1987. Hydraulic lift: Substantial nocturnal water transport between soil layers by *Artemisia tridentata* roots. *Oecologia*. 73: 486-489.
- Salam, M.A., P.B. Pushpalatha, and A. Suma. 1995. Root distribution pattern of seedling raised cashew tree. *J. Plantation Crops*. 23(1): 59-61.
- Schippers, B., M.N. Schroth, and D.C. Hildebrand. 1967. Emanation of water from underground plant parts. *Plant Soil*. 27: 81-91.
- Scholz, F.G., S.J. Bucci, G. Goldstein, F.C. Meinzer, and A.C. Franco. 2002. Hydraulic redistribution of soil water by neotropical savanna trees. *Tree Physiol*. 22: 603-612.
- Scholz, F.G., S.J. Bucci, G. Goldstein, M.Z. Moriera, F.C. Meinzer, J.C. damec, V.R. Villalobos, A.C. Franco, and W.F. Miralles. 2008. Biophysical and life-history determinants of hydraulic lift in Neotropical savanna trees. *Functional Ecology* 22: 773-786.
- Sekiya, N and K. Yano. 2004. Do pigeon pea and sesbania supply groundwater to intercropped maize through hydraulic lift? Hydrogen stable isotope investigation of xylem waters. *Field Crops Res*. 86: 167-173.
- Ward, D., K. Wiegand, and S. Getzin. 2013. Walter's two-layer hypothesis revisited: back to the roots! *Oecologia* 172: 617-630.
- Yoder, C.K, and R.S. Nowak. 1999. Hydraulic lift among native plant species in the Mojave Desert. *Plant Soil*. 215: 93-102.
- Yu, T.F, Q. Feng, J.H. Si, H.Y. Xi, and W. Li. 2013. Patterns, magnitudes, and controlling factors of hydraulic redistribution of soil water by *Tamarix ramosissima* roots. *J. Arid Land* 5(3): 396-407.