

FLUKTUASI POTENSIAL AIR HARIAN GEWANG (*Corypha gebanga* Lamk.),  
JEMS TUMBUHAN HIJAU ABADIDISAVANANTT  
[Diurnal Water Potential Fluctuations of Gewang (*Corypha gebanga* Lamk.), An Evergreen  
Plant Species in Savanna Area of East Nusa Tenggara]

**B Paul Naiola**

Laboratorium Treub

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Jin Ir. H Juanda 18, PO Box 208, Bogor

**ABSTRACT**

A physiological study on Gewang or Tune (*Corypha utan* Lamk.), a drought resistant and still-wild native palm species in the savanna area of Timor island, East Nusa Tenggara (NTT), shows that this species undergoes a sharp fluctuation in her diurnal water potential (Wd). In two different sites, the early morning Wd shows a less negative values (-1,9 bars to -5,40 bars); however in the afternoon, due to environmental stresses, the Wd drastically dropped to between (-9,7 bars and -17,3 bars). Interestingly, Gewang successfully regulates her Wd during the afternoon and along the night as their  $\Delta d$  went back normal levels, due to quickly recharged of their Vd to less negative values (-2,1 bar to -8,5 bars). The values of  $\Delta d$  differs between two sites, however they have similar patterns when comes to recharge their WA. This phenomenon is in line with their relative water content (RWC), as shown a fluctuation following the drops and recharge of Vd. This figure indicates that Gewang may develop mechanism of osmotic adjustment to cope with environmental especially water stress, thus proves her ability to lead as a drought resistant and evergreen species.

**Kata Kunci:** Gewang, tune, (*Corypha utan* Lamk), potensial air, fluktuasi harian, stress air, kandunganair relatif, savana NTT.

**PENDAHULUAN**

Indonesia yang dijuluki "one among the two of the richest biodiversity country in the world" memang ada benarnya. Selain kekayaan biodiversitas yang terkandung dalam hutan-hutan tropiknya, sesungguhnya terdapat pula kawasan savanna di salah satu provinsi di Indonesia yaitu Nusa Tenggara Timur (NTT). Di NTT, vegetasi savanna mendominasi wilayah ini yang ditandai dengan padang rumput da area terbuka. Sebagai daerah dengan latar belakang lahan kering, tidak banyak jenis tumbuhan yang diandalkan di NTT untuk kebutuhan hidup masyarakat. Namun dari kekayaan jenis tumbuhan yang ada, beberapa di antaranya memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi bahan komoditi ekonomis yang mampu menunjang kehidupan masyarakat setempat. Gewang/ tune (*Corypha utan* Lamk.) adalah salah satu jenis yang berpotensi (Naiola, 2004).

Biodiversitas savana di Timor, menurut Ormeling (1955), berada dalam beberapa tipe vegetasi dalam savana itu sendiri. Ada 4 tipe savana utama yang dibedakan yaitu savana akasia yang didominasi oleh kabesak (*Acacia leucophloea* Willd.), savana eukaliptus yang didominasi oleh 2 jenisnyayakni hu'e

(*Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume) dan ampupu (*E. Platyphylla* Auct.), savana cemara yang didominasi oleh cemara timor (*Casuarinajunghuhniiana* Miq.) dan savana palm yang didominasi oleh lontar (*Borassus sundaicus* L.) dan gewang (*Corypha gebanga* Lamk.).

Gewang atau tune (*Corypha utan* Lamk.) yang begitu penting bagi masyarakat NTT, merupakan salah satu jenis tumbuhan, yang walaupun masih berstatus liar di kawasan savanna NTT, namun potensinya yang cukup besar telah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Dalam status liar ini, pemanfaatan potensinya oleh masyarakat NTT cukup intensif; baik sebagai bahan perumahan, makanan, minuman, furnitur, peralatan rumah tangga (Naiola *et ai*, 1992; Sumiasri, 1992).

Menyadari potensi Gewang di savana NTT ini, sebuah riset telah dilakukan untuk mempelajari dan memahami kemampuan fisiologis gewang sebagai komponen utama lahan kering; yakni bagaimana jenis ini mengelola tata air tubuhnya sehingga selalu tampil sebagai *the evergreen species* (jenis hijau abadi) yang mampu tumbuh melampaui berbagai perubahan iklim dari musim hujan hingga kemarau panjang (*drought resistant species*) di savana NTT. Memahami sifat tahan

keringnya merupakan salah satu upaya untuk dikembangkan menjadi tanaman budidaya yang bernilai guna besar.

Pendekatan dilakukan dengan mempelajari fluktuasi harian potensial air (daun) tumbuhan. Dengan mengamati fluktuasi ini dapat diungkapkan lebih dalam kemampuan gwang dalam beradaptasi terhadap kondisi kering.

## BAHANDAN METODE

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yaitu di desa Usapi Sonbai, Kecamatan Nekamese serta di Desa Naibonat, Kecamatan Kupang Timur, Kabupaten Kupang, Timor, NTT. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah fluktuasi harian (*diurnal fluctuation*) water potensial daun gwang; sebagai tambahan, di Naibonat dipelajari pula kandungan air relatif - relative water content (RWC) daun dengan dukungan dari Laboratorium BPTP-NTT setempat. Pengukuran RWC ini tidak dapat dilakukan di Usapi Sonba'i karena kendala jarak, peralatan dan alasan teknis lain.

Pengambilan sampel pada hari pertama di Usapi Sonba'i, dilakukan sebanyak dua kali yaitu siang (11.00 - 12.00) Witeng serta sore (16.00 - 17.00). Sampling pada siang hari dilakukan pada daun dari dua tanaman gwang yang masing-masing mewakili bagian sisi sebelah kanan, bagian tengah serta sisi sebelah kiri dari daun gwang yang berbentuk kipas. Sementara itu, sampling pada sore hari dilakukan pada tiga pohon gwang dengan pola yang sama.

Pengambilan sampel pada hari berikutnya, sebanyak tiga kali yaitu pada waktu pagi (08.00-09.00), siang(12.00-13.00) dan sore (16.00-17.00). Sampling dilakukan pada tiga pohon gwang.

Penelitian di Naibonat dilaksanakan selama 2 hari. Pengambilan sampel hari pertama sebanyak 2 kali yaitu siang serta sore. Sementara itu, pada hari ke 2, dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pagi, siang dan sore, dilakukan pada tiga pohon gwang.

Namun untuk keseragaman, dalam analisa di bawah ini digunakan paket data masing-masing satu hari (*single day measurement*) dari kedua lokasi, yaitu di Usapi Sonba'i pada tanggal 26 September 2005 dan di Naibonat pada tanggal 28 September 2005.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yakni tabung reaksi, erlenmeyer, pipet pasteur, spatula, cawan petri, timbangan analitik, oven, pinset dan gunting. Bahan yang digunakan meliputi daun tumbuhan gwang, sukrosa, methylen blue, alumilium foil, kertas tissue dan aquades.

## Cara Kerja

### *Penentuan Water Potensial Daun (leaf water potential)*

Penentuan potensail air daun mengikuti metode Shardakov (Salisbury and Ross, 1974), sebagai berikut:

1. Dibuat larutan standar sukrosa dengan konsentrasi 1 M.
2. Dari larutan standar sukrosa dibuat 2 seri larutan dalam tabung reaksi yang telah disediakan masing-masing dengan konsentrasi 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, 0,5 M, 0,6 M dan 0,7 M.
3. Sedikit bubuk metylen blue dimasukkan dan dicampurkan hingga rata ke dalam seri I larutan sukrosa untuk memberikan warna biru.
4. Dengan menggunakan gunting, dibuat potongan-potongan daun gwang berukuran  $\pm 1 \times 1$  cm dengan jumlah masing-masing 8 potongan pertabung. Setelah itu tabung segera ditutup dengan menggunakan aluminium foil dan dibiarkan selama 2 jam.
5. Dengan menggunakan pipet pasteur, diambil larutan berwarna dari masing-masing konsentrasi yang berisi potongan daun gwang. Dengan perlahan-lahan dimasukkan ujung pipet hingga ke bagian tengah larutan kontrol sesuai dengan tingkat konsentrasinya dan dilepaskan satu tetes larutan berwarna tersebut.
6. Diamati larutan kontrol manakah yang tetes berwarna tidak bergeser ke atas atau ke bawah. Kemudian dilakukan konversi nilai larutan kontrol ini dengan nilai water potensial sukrosa berdasarkan tabel *Osmotic Pressures of Sucrose Solutions at 20 ° C* oleh Ursprung dan Blum (1916).
7. Setiap titik dilakukan 9 kali ulangan.

Kandungan Air Relatif (Relative Water Content-RWC) tumbuhan dapat ditentukan melalui estimasi

kandungan air relatif daunnya. RWC ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan untuk menginterpretasi tingkat stress air dan ketahanan suatu jenis tumbuhan terhadap kekeringan. Penghitungan RWC (%) dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100\%$$

di mana FW adalah fresh weight (berat segar sebelum direndam aquades), DW, dry weight (berat kering, setelah dioven) dan TW adalah turgid weight (berat setelah direndam jenuh).

#### Penentuan Relative Water Content (RWC)

Penentuan RWC dilakukan dengan cara:

1. Setelah jaringan daun gawang dipisahkan dari organ daun maka daun gawang segera ditutup dengan menggunakan aluminium foil untuk menghindari kehilangan air dari jaringan.
  2. Dibuat potongan-potongan daun gawang yang dikoleksi dari lapangan.
  3. Dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat basahnya.
- Langkah-langkah ini harus dilakukan dengan cepat untuk menghindari kehilangan air dari

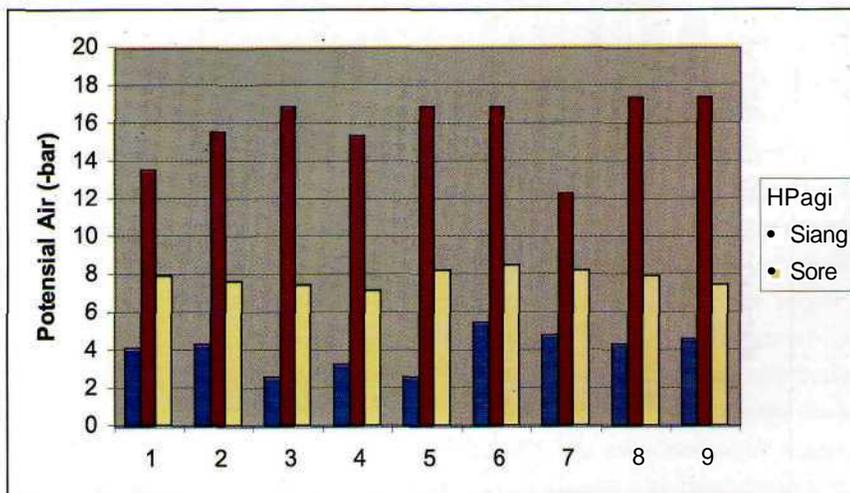
jaringan daun yang nantinya akan dapat mempengaruhi hasil akhir.

4. Potongan-potongan daun tersebut direndam di dalam cawan petri yang berisi aquadest kemudian ditutup rapat dan diletakkan di tempat gelap selama 12 jam.
5. Dengan menggunakan kertas tissue, daun gawang dikeringkan dan segera dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat turgidnya.
6. Dikeringkan di dalam oven dengan suhu 120° C selama 2 jam.
7. Dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat keringnya.
8. Dilakukan penghitungan terhadap RWC (%).

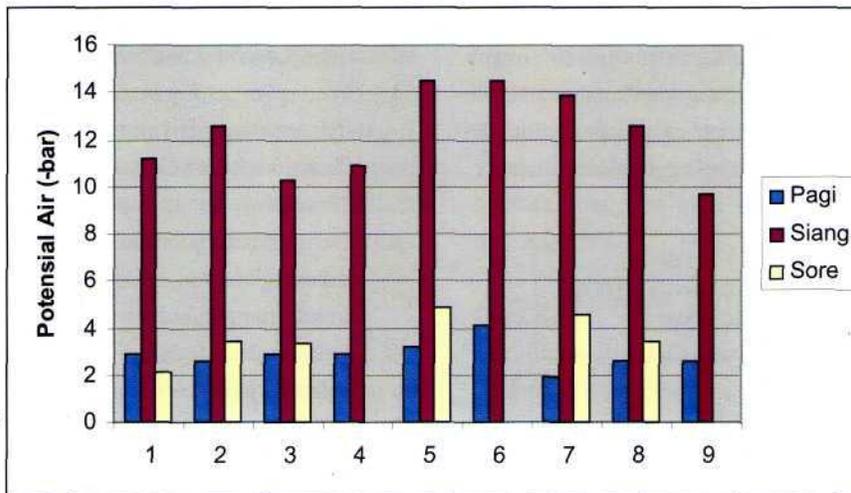
#### HASIL

Gambar 1a menunjukkan fluktuasi potensial air (-bar = -0,1 MPa) Gawang di Usapi Sonba'i, sedangkan Gambar 1b adalah fluktuasi potensial air Gawang di Naibonat.

Selanjutnya, untuk memahami lebih jauh tentang karakter fluktuasi potensial air daun ini pada tiap waktu (pagi, siang, sore) dan lokasi (Usapi, Naibonat) dilakukan analisa varian (Anova) untuk menentukan kondisi signifikansi terhadap paket data pada Gambar di atas, dengan menggunakan metode *two-way classification* (Martin dan Firth (1983).



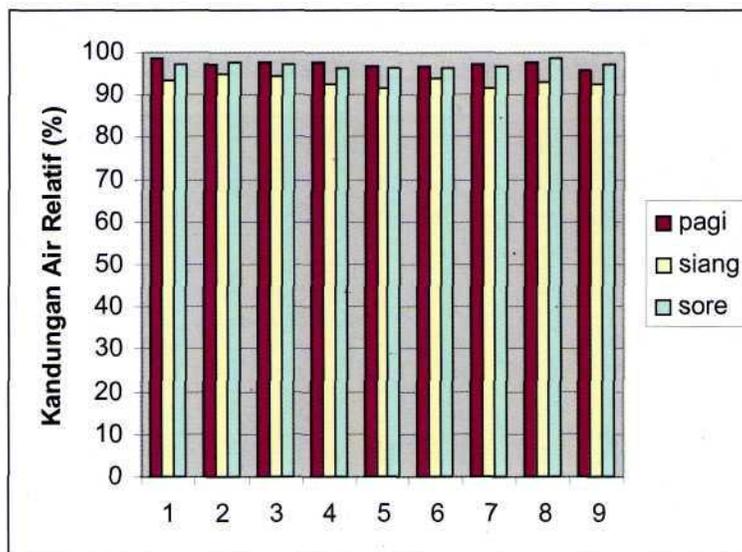
**Gambar 1a.** Fluktuasi potensial air Gawang di Usapi Sonba'i sebanyak 9 kali ulangan



Gambar 1b. Fluktuasi potensial air Gwang di Naibonat sebanyak 9 kali ulangan

Tabel 1. Hasil uji varian terhadap nilai fluktuasi potensial air total ( $f_{m1}$ ) pada Gwang (*Corypha utan Lamk.*) pada 3 waktu-harian (*diurnal*) dan 2 lokasi yang berbeda pula.

Sumber Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat nilai tengah	Fhit	Ftab
Antarwaktu	127,98	5	25,59	32,39	5,05
Antarlokasi	15,87	1	15,87	20,09	<b>6,61</b>
Residual	3,96	5	0,79	-	-
Total	147,81	11	42,25	-	-



Gambar 2. Nilai Kandungan Air Relatif Daun Gwang pada 28 September 2005 di Naibonat (9 ulangan)

Tabel 1 menyajikan hasil analisis varian fluktuasi potensial air daun Gwang pada 3 waktu berbeda dan 2 lokasi berbeda.

Gambar 2, menampilkan hasil pengukuran kandungan air relatif (%) daun gwang di Naibonat. Tampak bahwa fluktuasi RWC secara konsisten mengikuti fluktuasi potensial air daun harian; yakni pada pagi hari mencapai (97,21 %), siang hari mengikuti "jatuhnya" nilai  $\psi$  menjadi (93,09%), sedangkan pada sore hari kembali melakukan *recharge* sehingga mencapai ke keadaan sebelumnya yakni (96,99%).

## PEMBAHASAN

Potensial air ( $\psi$ ), adalah perbedaan potensial kimia air pada suatu tingkat dalam suatu sistem dengan air murni pada suhu yang sama dan pada tekanan udara 1 atmosfer yang setara dengan  $10^2$  kPa (Sutcliffe, 1979). Potensial air dikontrol oleh suhu dan konsentrasi *solute* (bahan terlarut). Semakin besar *solute* dalam cairan sel, nilai potensial osmotik ( $\psi^o$ ) semakin besar (lebih negatif). Nilai potensial osmotik yang semakin negatif, menyebabkan nilai potensial air mengikuti turunnya nilai  $\psi$ .

Tampilan data (Gambar 1a dan 1b) yang didukung oleh hasil analisa varian (Tabel 1), menunjukkan bahwa fluktuasi potensial air harian (*diurnal water potential*) pada Gwang berbeda secara signifikan pada 3 waktu-harian yakni pagi (08.00-09.00), siang (12.00-13.00) dan sore (16.00-17.00). Fluktuasi potensial air harian ini juga berbeda nyata antar lokasi (Usapi Sonba'i dan Naibonat); seperti dalam Tabel 1, nilai  $F_{hitung}$  lebih besar dari nilai  $F_{tabel}$  pada perlakuan waktu maupun lokasi. Perbedaan fluktuasi pada 2 lokasi ini, menunjukkan kemampuan Gwang menanggapi perubahan iklim mikro setempat. Usapi Sonba'i terletak di kawasan yang berbukit-bukit sekitar 2-3 km dari daerah pantai, pada altitud kurang dari 50 m dpi. Sementara itu Naibonat merupakan daerah yang datar, berjarak lebih dari 10 km dari pantai, pada altitud kurang dari 100 m dpi. Namun pola fluktuasi harian (*diurnal*) potensial air memiliki kesamaan, yakni perubahan yang relatif tajam pada pagi, siang hingga sore hari.

Hasil pengukuran pada 2 lokasi berbeda ini, menunjukkan suatu fenomena yang sangat menarik. Bahwa Gwang secara sistematis menyesuaikan diri

terhadap kekeringan dengan mengatur nilai  $\psi$  di hariannya. Nilai  $\psi$  Gwang di Usapi Sonba'i pada pagi hari berkisar antara (-2,60 bar hingga -5,40 bar), Naibonat (-1,9 bar hingga -4,1 bar); pada siang hari nilai ini secara agak drastis menurun menjadi lebih negatif di Usapi Sonba'i (-12,30 bar hingga -17,3 bar), Naibonat (-9,7 bar hingga -14,5 bar); sedangkan pada sore hari dengan cepat Gwang mampu melakukan *recharge* terhadap kandungan air tubuhnya sehingga nilai  $\psi$  kembali menjadi kurang negatif di Usapi Sonba'i (-7,40 hingga -8,5 bar) dan Naibonat (-2,1 bar hingga -3,4 bar).

Fenomena ini sangat kontras dengan laporan tentang kelakuan fluktuasi potensial air harian satu jenis tumbuhan hutan hujan tropik (*Kianak-Castanopsis accuminatissima*) di Taman Nasional Gunung Halimun (Naiola dan Hoesen, 2003). Hasil uji terhadap *diurnal* (fluktuasi) potensial air *C. accuminatissima* (-4,7 bar pada pagi, -4,8 bar pada siang dan -4,8 bar pada sore), menunjukkan bahwa fluktuasi harian jenis hutan tropika basah ini tidak berbeda secara signifikan, dengan nilai yang mendekati nol, berarti sel-sel daun dalam keadaan terairi baik (*well watered*), karena kondisi lingkungan hutan yang stabil. Data ini pula mengindikasikan bahwa *C. accuminatissima* tidak mengalami stres osmotik yang berarti.

Pada *C. accuminatissima* yang tumbuh di kawasan hutan tropik, walaupun iklim di sekitar daerah kanopi bisa saja mengalami fluktuasi, namun perubahan itu tidak mempengaruhi status airnya, yang mencerminkan kondisi lingkungan yang stabil. Defisit air yang dialami oleh daun-daun di daerah kanopi pada siang hari sebagai resiko meningkatnya suhu udara yang meningkatkan laju transpirasi, segera terpulihkan (*recharged*) oleh ketercukupan air yang disuplai oleh sistem akarnya. Ini dapat terlihat dari nilai potensial air pada pagi, siang dan sore yang sangat kurang-negatif, yakni mendekati nol (sekitar -0,48 MPa). Kondisi ini juga menggambarkan nilai turgor sel-sel hampir seimbang dengan nilai osmotiknya sehingga pertumbuhan (pembelahan sel) berlangsung normal. Serasah lantai hutan yang terjaga dan ketebalan kanopi menekan laju evaporasi lantai hutan sehingga defisit air tidak dialami oleh tanah lantai hutan.

Sebaliknya, berbeda dengan apa yang dialami Gwang yang tumbuh di lahan kering savana NTT.

Ketiadaan kanopi "hutan" yang tebal dan tipisnya lapisan serasah di lantainya menciptakan kondisi kekurangan air yang signifikan berlangsung sepanjang siang hari. Defisit air di lingkungannya mempengaruhi kondisi air dalam tubuh Gwang seperti terlihat pada potensial air daun (sebagai fungsi dari kandungan airnya), yang secara drastis menjadi lebih negatif pada siang hari. Nilai potensial air (ip) merupakan fungsi dari status air pada tumbuhan/daun (Kramer, 1983). Status air tumbuhan biasanya berhubungan erat dengan ketersediaan air pada lingkungan/media di mana tumbuhan sedang bertumbuh.

Arti biologis dari fluktuasi harian nilai  $\psi_{\text{limbs}}$  yang signifikan, adalah bahwa Gwang tetap membutuhkan pertukaran gas untuk melakukan fotosintesis bagi kelangsungan hidupnya, yang dilakukan melalui pengaturan konduktifitas stomata. Namun, sebuah dilema berlangsung di sini; yakni pada siang hari jika stomata tetap dibuka, akan membahayakan tata airnya. Di lain pihak fotosintesa harus terus berlangsung. Oleh karena itu, tampaknya Gwang tetap harus membuka stomatanya pada siang hari untuk menjamin tetap berlangsungnya pertukaran gas (fotosintesis). Jika stomata tetap dibuka, akan meningkatkan laju transpirasi (yang berarti kehilangan air) yang lebih besar. Kehilangan uap air dari sel-sel mesofil ini, sesungguhnya tidak dapat dihindari karena terdapat gradien potensial air antara daun dengan atmosfer yang selalu haus (*the thirsty atmosphere*). Meningkatnya velositas angin yang besar (di kawasan savana fenomena ini sering berlangsung), juga akan meningkatkan arus transpirasi karena terusiknya 'boundary layer', yaitu suatu lembaran uap air yang stabil di sekitar permukaan daun yang biasanya terbentuk dalam kondisi udara tanpa turbulensi yang berarti (Kramer, 1983). Lembaran ini berfungsi sebagai pelindung terhadap kehilangan air.

Namun, kelebihan Gwang adalah (yang mungkin merupakan suatu strategi dari jenis tumbuhan lahan kering), dengan cepat melakukan *recharge* kandungan air tubuh yang dimulai pada sore, sepanjang malam hingga pagi hari. Deposit air hasil *recharge* akan dipakai dalam proses fotosintesis sepanjang pagi hingga siang. Nilai potensial air sore dan pagi hari (mendekati nol) menunjukkan bahwa sel-

sel daun sedang mengalami tekanan turgor positif. Kondisi nilai turgor positif akan menjamin tetap berlangsungnya pembelahan sel (oleh karena itu, pertumbuhan) berlangsung normal.

Menurut Blum (1988), stres air pada tumbuhan berkaitan erat dengan ketersediaan air di dalam tubuh tumbuhan itu sendiri. Apabila kelembaban media tumbuh tumbuhan berkurang atau berada pada keadaan kering, maka water potensial daun juga akan menjadi lebih negatif sehingga tumbuhan akan mengalami stres air. Stres air pada tumbuhan akan mencapai puncaknya di waktu tengah hari ketika matahari bersinar dengan terik, di mana pada saat itu water potensial daun mencapai taraf yang paling rendah (lebih negatif). Keadaan pada Gwang dapat diamati dari nilai potensial air pada siang hari, yakni menurun secara drastis (-14,5 bar hingga -17,3 bar). Tetapi sekali lagi, pada sore hari dengan sempurna, Gwang berhasil melakukan pemulihan. Defisit air yang dialami oleh daun-daun pada siang hari sebagai resiko meningkatnya suhu udara yang meningkatkan laju transpirasi, segera terpulihkan (*recharged*) oleh kecukupan air yang disuplai oleh sistem akarnya.

Salah satu aspek yang menarik adalah bahwa dalam kondisi defisit air pada lingkungannya, Gwang mampu melakukan *recharge* sehingga kondisi sel tetap terairi baik. Fenomena potensial air yang fluktuatif ini, mengindikasikan bahwa Gwang, dalam upaya mengatasi kekeringan, melakukan proses regulasi osmotik (Kramer, 1980; Naiola dan Hoesen, 2003). Sel-sel tumbuhan yang mengalami stres air, potensial air ( $\psi_p$ ) akan bergerak ke arah lebih negative (lebih rendah), karena sebagaimana yang dibahas di atas, bahwa potensial air adalah fungsi kandungan air. Beberapa spesies tumbuhan mampu mengembangkan mekanisme internal untuk mengantisipasi perubahan potensial air ini; yaitu dengan cara mengatur nilai potensial osmotiknya ke arah lebih negative/ lebih rendah (*lower osmotic potential*), mengikuti arah potensial air, yang dikenal dengan istilah regulasi osmotik (osmotic adjustment; osmoregulation). Regulasi osmotik dicapai dengan cara mensintesa dan mengakumulasi beberapa solut dengan berat molekul kecil dalam selnya-dalam semuakompartemen sel seperti vakuol, sitoplasma dan organel (Kauss,

1977; Zimmermann, 1978; Sutcliffe, 1979; Ford dan Wilson, 1981; Tyree dan Jarvis, 1982; Naiola, 1996; Naiola, 2005).

Fenomena regulasi osmotik pada Gwang ini diperkuat dengan data Kandungan Air Relatif pada Gwang di Naibonat (Gambar 2). Pada pagi hari RWC lebih besar dibandingkan dengan siang hari mengikuti "jatuhnya" nilai Vd. Kemudian pada sore hari dengan relatif cepat melakukan *recharge* sehingga kembali mendekati nilai pagi hari.

## KESIMPULAN

Nilai potensial air Gwang (*Corypha utan* Lamk.), yang tumbuh di kawasan kering savana Timor, NTT, mengalami fluktuasi harian (*diurnal*) karena stres lingkungan (defisit air). Fluktuasi yang diukur pada 2 lokasi berbeda (Usapi Sonba'i dan Naibonat) menunjukkan fenomena yang sangat menarik; yaitu walaupun besarnya nilai potensial air Gwang berbeda pada kedua lokasi ini, namun pola fluktuasi potensial air harian (*diurnal*) pada kedua lokasi ini menampilkan fenomena yang sama: yakni kurang negatif pada pagi (turgor positif), meningkat tajam pada siang hari secara agak drastis menjadi lebih negatif karena perubahan lingkungan (fluktuasi iklim) yang cepat (turgor mendekati nol), namun pada sore hingga sepanjang malam Gwang pada kedua lokasi ini melakukan pemulihan potensial airnya, hingga mencapai nilai yang sama (kurang negatif) pada pagi hari. Fluktuasi potensial air Gwang yang berbeda nyata pada 2 lokasi ini, adalah sebagai wujud tanggapannya terhadap kondisi iklim mikro pada kedua tempat yang berbeda pula. Namun, sifat unggul Gwang (yang mungkin merupakan suatu strategi dari jenis tumbuhan lahan kering), adalah bahwa dengan cepat melakukan pemulihan (*recharge*) kandungan air tubuh yang berlangsung pada sore, sepanjang malam hingga pagi hari. Sesuatu yang tidak dilakukan jenis tumbuhan di kawasan hutan hujan tropik, setidaknya tidaknya *Castanopsis accuminatissima*. Fluktuasi ini mengindikasikan adanya mekanisme lain yang dikembangkan Gwang yaitu regulasi osmotik. Diperlukan studi lanjut untuk mengetahui lebih dalam tentang regulasi osmotik pada Gwang dalam mengatasi kekeringan.

## BAHANPUSTAKA

- Blum A. 1988.** *Plant Breeding for Stress Environments*, 43 - 44. CRC Boca Raton, Florida.
- Ford CW and Wilson JR. 1981.** Changes in levels of solute during osmotic adjustment to water stress in leaves of four tropical pasture species. *Australian Journal of Plant Physiology* 8,77-91.
- Kauss H. 1977.** Biochemistry of osmoregulation. In: *International Review of Biochemistry*, Vol 13: Plant Biochemistry. DHNorthcote (Ed.). University Park, Baltimore.
- Kramer PJ. 1983.** *Water Relations of Plants*. Academic. Orlando.
- Martin ET dan Firth JR. 1983.** *Core Business Studies: Statistics*. Mitchell Beazley, London.
- Morgan JM. 1984.** Osmoregulation and Water Stress in Higher Plants. *Annual Review of Plant Physiology* 35,299-319.
- Munns R, 1988.** Why Measure Osmotic Adjustment? *Australian Journal of Plant Physiology* 15,717-726.
- Naiola BP. 1996.** Regulasi Osmotik sebagai Kriteria Seleksi untuk Pemuliaan Benih Tanaman Resisten Stres Air dan Salinitas. *Makalah dipresentasikan dalam Seminar Pemuliaan Dalam Menumbuhkan Industri Perbenihan Memasuki Abad 21, Bandung, 16 Juli 1996*. Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI).
- Naiola BP. 1996.** Regulasi Osmotik pada Tumbuhan Tinggi. *Hayati* 3(1), 1-6.
- Naiola BP, 2004.** Studi Awal terhadap Potensi Gwang (*Corypha Utan* Lamk.) Savana NTT sebagai Sumber Pangan dan Minuman Baru serta Bahan Dasar Industri Alkohol. *Berita Biologi* 7 (3), 169-172.
- Naiola BP. 2005.** Akumulasi Solut dan Regulasi Osmotik Dalam Sel Tumbuhan pada Kondisi Stres Air: Tinjauan Ulang. *Berita Biologi* (7) 6, 333-340.
- Naiola BP dan Murningsih T. 1995.** Estimasi "osmotic adjustment" dan akumulasi proline sebagai komponen osmotikum sitosolute dalam stres salinitas NaCl pada kedele. *Prosiding Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional VI*: 224-237.
- Naiola BP dan Hoesen DSH. 2003.** Fluktuasi Air dalam Tumbuhan (Plant Water Relation) dan Stabilitas Taman Nasional Gunung Halimun: Kianak

{*Castanopsis accuminatissima* (Bl.) DC}. *Berita Biologi* (6) 4,601 -607.

**Sutcliffe JF. 1979.** *Plants and Water*. Edward Arnold. London. Osmoregulation. *Annual*

**Tyree MT and Jarvis PG. 1982.** Water in Tissues and Cells. In: Physiological Plant Ecology II. Encyclopedia of

Plant Physiology **12B**, 35-77. Springer-Verlag. Berlin.

**Zimmermann U. 1978.** Physics of Turgor and *Review of Plant Physiology* **29**,121-148.