

ANALISA PERTUMBUHAN LINGKARAN TUMBUH BEBERAPA JENIS POHON SEBAGAI INDIKATOR PERUBAHAN IKLIM

Yulizah, Tesri Maideliza dan Nurainas

ABSTRAK

Lingkaran tumbuh terjadi sehubungan dengan mekanisme pertumbuhan pohon. Perbedaan antara sel *earlywood* dan *softwood* memperlihatkan lingkaran tumbuh yang jelas pada beberapa jenis pohon yang disebabkan adanya pergantian iklim di tiap musim. Kaitan lingkaran tumbuh ini dengan iklim telah banyak diinformasikan pada daerah beriklim sedang yang memiliki korelasi yang positif. Informasi ini belum banyak pada daerah tropis yang memiliki iklim yang seragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola lingkaran tumbuh beberapa jenis kayu dan untuk mengetahui sensitivitas kayu terhadap perubahan iklim. Metode yang digunakan yaitu metode dendrokronologi dalam pengambilan sampel lingkaran tumbuh dan proses analisa data. Hasil penelitian ditemukan empat jenis pohon yang memperlihatkan lingkaran tumbuh yang jelas yaitu *P. merkusii*, *M. azedarach*, *S. mahagoni* dan *T. sureni*. Pola lingkaran tumbuh terbentuk satu kali dalam setahun serta menunjukkan ekspresi yang sama pada keempat jenis pohon, yaitu tingginya lebar lingkaran tumbuh pada tahun 2005, 2003, 2001 dan 1998. Iklim yang sangat berpengaruh dalam pertumbuhan lingkaran tumbuh yaitu salah satunya curah hujan, sehingga data curah hujan dapat dikorelasikan dengan lebar lingkaran tumbuh untuk melihat sensitivitas pohon tersebut. Sensitivitas pohon dalam merekam iklim dapat terlihat pada nilai korelasi antara lebar lingkaran tumbuh dan curah hujannya, nilai tertinggi pada *M. azedarach* ($r = 0,4$), sedangkan *S. Mahagoni* dan *T. sureni* ($r = 0,3$) serta *P. merkusii* ($r = 0,16$).

Keywords : lingkaran tumbuh, dendrokronologi, perubahan iklim, *Pinus merkusii*, *Swietenia mahagoni*, *Melia azedarach*, *Toona sureni*

Introduction

Pada penampang lintang dari batang tanaman berkayu terlihat adanya garis-garis konsentris bisa nyata atau kurang nyata dan memusat pada empulur. Garis-garis konsentris ini yang disebut sebagai lingkaran tumbuh (*growth ring*) yang terjadi sehubungan dengan mekanisme pertumbuhan pohon. Lingkaran tumbuh dalam penampang lintang batang dapat tampak mencolok ini disebabkan karena intensitas pertumbuhan dan kerapatan kayu yang dihasilkan sepanjang periode pertumbuhan tidak seragam. Pembentukan kayu pada permulaan musim tumbuh berjalan cepat, kemudian semakin lambat mendekati akhir musim pertumbuhan (Pandit dan Ramdan, 2002). Pada umumnya jenis-jenis kayu di Indonesia tidak mempunyai batas lingkaran tumbuh yang jelas (Mandang dan Pandit, 1997).

Hubungan lingkaran tumbuh pohon dengan pengaruh iklim sudah banyak diteliti di daerah beriklim sedang pada beberapa jenis pohon yaitu diantaranya *Cedrus*, *deodora*, *Halocarpus biformis*, *Pinus nigra*, *Pinus halpensis*, *Pinus cembra*, *Pinus peuce*, *Pinus heldpelchii*, *Quercus ilex*, *Quercus cerris*, *Tectona grandis*, dan *Toona ciliata* (Matteo *et al.*, 2010; Panayatov *et al.*, 2010; Campelof *et al.*, 2009; Leonelli *et al.*, 2009; Henrich and Banks, 2005; D'Aringgo *et al.*,

1995). Kronologi lingkaran tahun dapat ditentukan umurnya hingga pada satu tahun kalender tertentu, serta dapat dikorelasikan secara langsung dengan data klimatik instrumental secara resolusi musiman ataupun tahunan (Cook and Kairiukstis, 1990).

Hanya sedikit spesies tanaman yang benar-benar mampu untuk berinteraksi secara morfologi terhadap terjadinya perubahan musim yang menghasilkan batas lingkaran pohon, yang bertindak sebagai ekspresi adanya jeda (*break*) di dalam pertumbuhan (Schweingruber, 1976). Beberapa jenis tanaman berkayu di daerah tropika juga dapat menunjukkan adanya lingkaran tumbuh yang jelas tiap tahunnya. Daerah tropika seperti Thailand telah menemukan beberapa jenis tanaman pohon dari beberapa famili yaitu famili Bignoniaceae, Burseraceae, Caesalpiniaceae, Dilleniaceae, Dipterocarpaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Labiatae, Lythraceae, Magnoliaceae, Melliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Oleaceae, Papilionaceae, Rutaceae, Sapindaceae, dan Verbenaceae yang menghasilkan lingkaran tumbuh yang jelas dan dapat menjadi indikator iklim atau studi dendrokronologi (Palakit, Siripattanadilok and Duangsathaporn, 2012).

Menurut Alvim (1994) dan Devall, Parresol, and Le (1996), proporsi spesies yang menunjukkan aktivitas kambium di daerah tropis cukup tinggi. Beberapa spesies kayu dapat menghasilkan beberapa lingkaran tumbuh dalam satu tahun. Selain itu, jumlah dan pola pembentukan lingkaran tumbuh berbeda menurut spesies, bahkan antara sisi yang berlainan dalam suatu penampang melintang yang sama. Di daerah Jawa telah ditemukan 8 spesies yang memiliki lingkaran tumbuh setiap tahun yang dilakukan oleh Mariaux (1981) dari 50 spesies yang diteliti. Ada 10 spesies yang memiliki lingkaran tumbuh yang bias 20-30% dari umur sebenarnya. Spesies yang memiliki lingkaran tahunan adalah *Cassia fistula*, *Pterocarpus indicus*, *Toona sureni*, *Melia azedarach*, *Homalium tomentosum*, *Lagerstromia speciosa*, *Tectona grandis*, dan *Peronema canescens*. Sehubungan dengan ini kemungkinan ditemukannya tanaman kayu Indonesia yang memiliki potensi yang sama sebagai indikator iklim yang ditunjukkan dengan kemampuan adaptasi dari tanaman tersebut untuk menghadapi perubahan iklim.

Perubahan iklim ini sangat berdampak pada ketersediaan air dan peningkatan permukaan laut. Kejadian El Nino akan berpengaruh terhadap pergeseran musim hujan dan peningkatan suhu antara 2,5⁰ C yang biasanya berdampak pada sektor pertanian (As-syakur, 2012). Salah satu daerah di Indonesia yang merasakan dampaknya yaitu Sumatera Barat. Banyak daerah di Sumatera Barat yang merupakan pusat pertanian hortikultura, salah satunya yaitu Saniangbaka, Solok. Saniangbaka adalah sentra produksi bawang di Sumatera Barat pada 15 tahun yang lalu, namun sudah lama ditinggalkan oleh petani dengan alasan musim hujan yang tidak dapat lagi diprediksi oleh petani. Kondisi ini menunjukkan bahwa adanya indikasi peningkatan suhu dan pergeseran curah hujan yang cukup ekstrim, sehingga dapat dijadikan lokasi penelitian ini. Saniangbaka juga memiliki potensi hutan yang dapat dimanfaatkan kayunya dalam melihat pola pertumbuhan kayu. Sehubungan dengan banyaknya jenis kayu-kayu yang dapat dijadikan indikator perubahan iklim seperti yang telah diuraikan diatas, sehingga perlu diadakannya penelitian tentang jenis-jenis kayu yang dapat menjadi indikator perubahan iklim di Indonesia.

Metode

Pengambilan sampel pohon dilakukan di kenagarian saniangbakar, kabupaten Solok. Metode yang digunakan yaitu metode dendrokronologi. Jumlah sampel yang diambil 5 individu perspesies dan 2 core setiap individunya. Data hasil penghitungan jumlah lingkaran tumbuh akan digunakan metode crossdating untuk mencocokkan umur pohon dengan jumlah lingkaran yang terbentuk. Pengukuran lebar lingkaran tumbuh menggunakan program Measure J2X dilanjutkan dengan program COFECHA. Pola pertumbuhan lingkaran tumbuh dilihat pada pertambahan ratio lingkaran dengan menggunakan perbandingan $R_n:R_{n+1}$, (dimana R_n = lingkaran ke-). Program Minitab 16, digunakan untuk menentukan korelasi lebar lingkaran tumbuh dan data curah hujan. Penggunaan data yang normalisasi dengan Z hitung pada grafik.

Hasil

Pengamatan lingkaran tumbuh pada keempat jenis kayu *M. azedarach*, *P. merkusii*, *T. sureni* dan *S. mahagoni* memperlihatkan perkembangan lingkaran tumbuh yang jelas dapat terlihat pada Gambar 1. Pada pola lingkaran tumbuh ini ditemukan lingkaran tumbuh palsu (*false ring*) dan *missing ring*. Lingkaran tumbuh palsu ini ditemukan pada *P. merkusii* (80%) dan *S. mahagoni* dimana jumlah ring pada dua *core* dalam satu pohon berjumlah tidak sama dan memiliki pola yang berbeda. Antara dua *core* yang diambil dalam satu individu dari beberapa jenis kayu ini, memperlihatkan adanya variasi. Variasi ini dapat memperlihatkan pola pertumbuhan yang hampir sama pada individu yang berbeda namun masih dalam satu jenis. Hal ini juga dapat mempermudah dalam penentuan lingkaran tumbuh yang terbentuk dalam waktu yang sama serta dalam proses *crossdating*. Dari penghitungan jumlah lingkaran tumbuh kayu pada keempat jenis ini memiliki jumlah yang berbeda karena juga adanya variasi umur kayu dari sampel yang diambil. Pada Tabel 1, dapat terlihat beberapa jenis kayu memperlihatkan adanya lingkaran tumbuh yang terbentuk dalam satu tahun karena jumlah lingkaran yang terbentuk jumlahnya hampir sama dengan perkiraan umur yang diperoleh dari narasumber.

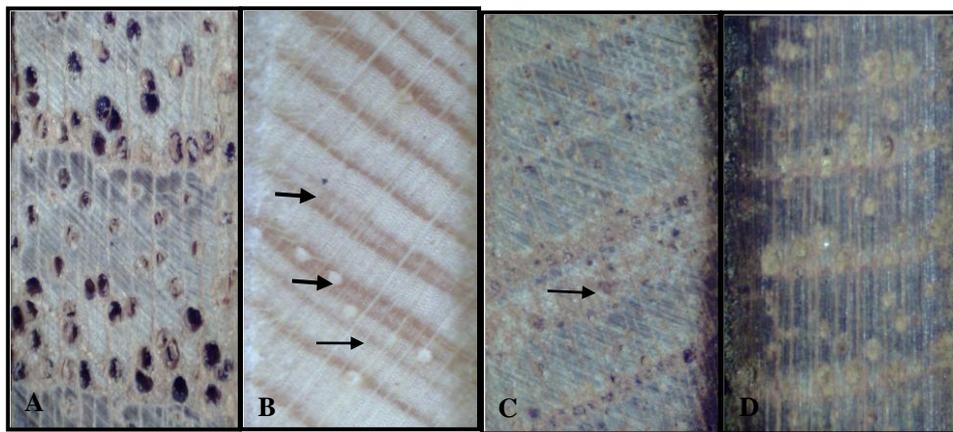
Tabel 1. Karakter lingkaran tumbuh pada keempat jenis kayu yang memperlihatkan lingkaran tumbuh yang jelas.

Jenis Kayu	Perkiraan Umur (±)	Jumlah Lingkaran Tumbuh	Ring Palsu (%)
<i>M. azedarach</i>	15-25 tahun	20 – 28	0
<i>P. merkusii</i>	10-30 tahun	13 – 31	80
<i>S. mahagoni</i>	10-20 tahun	13 – 21	1
<i>T. sureni</i>	10-35 tahun	13 – 32	0

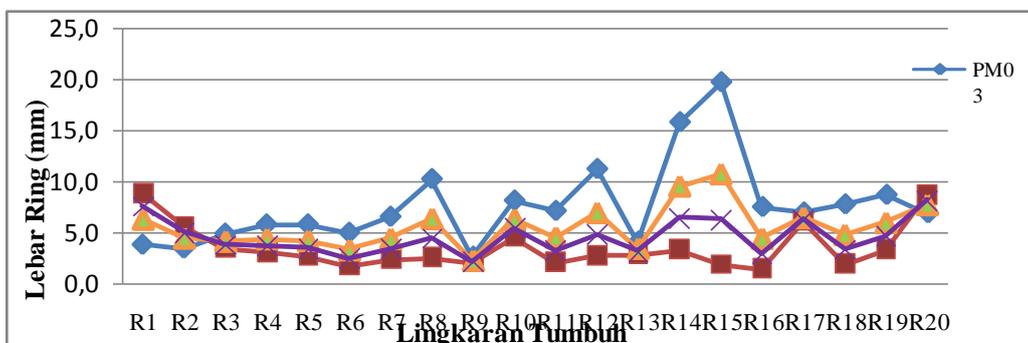
Dalam analisa pola lingkaran tumbuh ini, data yang digunakan yaitu perbandingan (ratio) dari pengukuran lebar lingkaran tumbuh pada lingkaran tumbuh paling luar (dimulai dari kulit kayu) dengan lingkaran sebelumnya (hingga ke inti kayu). Berdasarkan ratio antar lingkaran tumbuh yang telah terbentuk pada *core* masing-masing individu dari keempat jenis kayu, maka diambil salah individu untuk melihat perbandingan pola pertumbuhan lingkaran tumbuhnya. Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari lebar lingkaran

tumbuh yang diambil yaitu sebanyak 20 lingkaran tumbuh pada masing-masing individunya. Pola pertumbuhan pada keempat jenis dapat dilihat pada Gambar 2. Pola pertumbuhan ada beberapa lingkaran yang tinggi lebar lingkaran tumbuhnya, yaitu pada lingkaran R8, R10, R12, dan R15. Lingkaran tumbuh tersebut juga dapat terlihat pada ratio lingkaran tumbuh individu dalam jenis yang sama yaitu pada R8/R9, R10/R11, R12/R13, dan R15/16. Pola pertumbuhan yang sama hampir sama diperlihatkan oleh ketiga jenis kayu *hardwood*, yaitu *M. azedarach*, *S. mahagoni* dan *T. sureni*. Pada *P. merkusii* terdapat beberapa variasi yaitu pada lingkaran R4, R5, R18 dan R19 terjadi peningkatan lebar lingkaran tumbuh dari lingkaran sebelumnya.

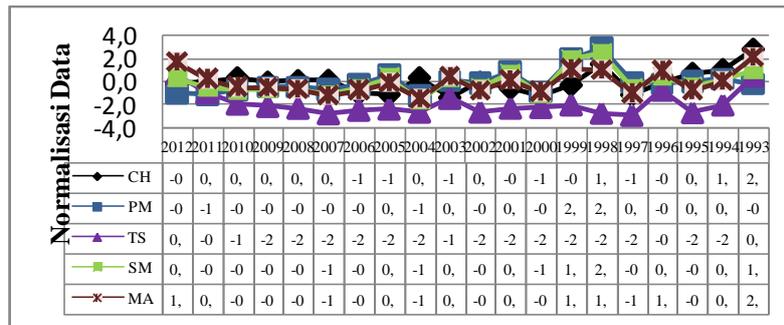
Normalisasi data dilakukan pada data curah hujan dan lebar lingkaran tumbuh agar tidak terjadi penyimpangan data terlalu jauh. Hubungan data curah hujan dengan lingkaran tumbuh dapat dilihat pada Gambar 3. Pada keempat jenis kayu yang memiliki korelasi tertinggi yaitu pada *M. azedarach* ($r = 0,4$), diikuti oleh *S. mahagoni* ($r = 0,322$), *T. sureni* tumbuh pada keempat jenis kayu ini tidak bergantung pada curah hujan saja. Banyak faktor lain yang menyebabkan terbentuknya lingkaran tumbuh pada kayu, yaitu topografi, intensitas cahaya, kesediaan unsur hara dan hormon pertumbuhannya.



Gambar 1. Pola lingkaran tumbuh yang terbentuk dari ke empat jenis kayu yang terlihat dari core kayu yang diperoleh. (C) *M. azedarach*, (D) *P. merkusii*, (E) *S. mahagoni* dan (F) *T. sureni*. Bagian yang ditunjuk oleh tanda panah merupakan lingkaran tumbuh palsu (false ring).



Gambar 13. Grafik pengukuran lebar lingkaran tumbuh yang memperlihatkan pola pertumbuhan lingkaran tumbuh pada keempat jenis kayu yang diteliti. MA (*M. azedarach*), PM (*P. merkusii*), SM (*S. mahagoni*) dan TS (*T. sureni*).



Gambar 3. Hubungan curah hujan selama 20 tahun (1993 – 2012) terhadap lingkaran tumbuh keempat jenis kayu. CH (Curah Hujan), PM (*P. merkusii*), TS (*T. sureni*), SM (*S. mahagoni*) dan MA (*M. azedarach*), MA (*M. azedarach*).

Diskusi

Pola lingkaran tumbuh yang terbentuk merupakan perbedaan antara kayu awal dan kayu akhir. Kayu awal yang berwarna lebih terang dibandingkan dengan warna kayu akhir memperlihatkan batas yang jelas antara lapisannya. Perbedaan warna ini disebabkan oleh perbedaan musim yang mempengaruhi struktur anatomi penyusun kayu awal dan kayu akhir. Menurut Bowyer (2003) dan Pashin (1980) perbedaan yang paling kontras antara hardwood dan softwood adalah dengan adanya struktur lingkaran vessel. Pada hardwood terdapat lingkaran vessel tata lingkar dan semi tata lingkar yang menyebabkan pola riap tumbuh terlihat jelas di permukaan. Lingkaran vessel bentuknya bundar hingga oval, pada bagian kayu awal diameter tangensialnya berukuran besar, sedangkan pada bagian kayu akhir diameter berukuran kecil. Pada softwood seperti *P. merkusii* perbedaan kayu awal dan akhir disebabkan oleh sel trakeidnya. Menurut Mutmainah (2011), kayu awal memiliki sel trakeid yang berukuran besar dan memiliki kerapatan yang rendah, sedangkan kayu akhir memiliki sel trakeid yang berukuran kecil dengan kerapatan yang tinggi.

Lingkaran tumbuh palsu ditemukan pada *P. merkusii* dan *S. mahagoni* dimana jumlah ring pada dua core dalam satu pohon berjumlah tidak sama dan memiliki pola yang berbeda. Menurut Dalimunthe (2005) dan Buckley, Khwanchai, Kristsadapan, Sarah, Vongphet, and Nakhonekham (2007) mengatakan bahwa karakteristik lingkaran tumbuh palsu (false ring) yaitu (1) terdapatnya parenkim berbentuk pita tangensial lebar yang menyerupai parenkim inisial namun tidak diikuti oleh Lingkaran vessel dengan diameter yang besar, (2) terdapat perubahan ukuran Lingkaran vessel pada kayu akhir yang terjadi secara perlahan dan selanjutnya terbentuk Lingkaran vessel dengan ukuran yang besar beserta parenkim inisial yang mengawali lingkaran tumbuh yang sesungguhnya, dan (3) pada lingkaran tumbuh pertama terdapat lingkaran tumbuh majemuk (multiple ring) dimana terdapat parenkim tangensial berlapis pada lingkaran tumbuh. Pada penelitian Wimmer, Strumia and Holawe (2000) terhadap pembentukan lingkaran tumbuh palsu pada *Pinus nigra* menunjukkan bahwa pembentukan lingkaran tumbuh palsu sangat berkaitan dengan curah hujan. Diperoleh hasil bahwa lingkaran tumbuh terbentuk pada saat jumlah curah hujan

kurang setengah dari curah hujan normal. Ketika curah hujan yang kurang dari biasanya mempengaruhi aktivitas kerja kambium sehingga dapat menghasilkan lingkaran semu dan lingkaran yang terputus. Pada jenis-jenis kayu yang tidak memiliki lingkaran tumbuh yang jelas dapat disebabkan oleh pertumbuhan kayu yang sangat cepat tanpa adanya istirahat dan didukung oleh jumlah hormon auksin yang cukup banyak. Menurut Fritts (1976) pembentukan kayu awal dan kayu akhir berhubungan dengan tersedianya fotosintat dan auksin. Pembentukan sel dengan diameter besar dan berdinding tipis merupakan ciri kayu awal yang tergantung pada tersedianya auksin yang melimpah. Ada dua ciri utama kayu akhir adalah diameter sel yang relatif kecil dan dinding sel yang tebal, berkembang sendiri-sendiri tanpa saling mempengaruhi. Pembentukan dinding sel yang tebal (kayu akhir) berkaitan dengan tersedianya fotosintat yang cukup banyak. Selain itu, Kozłowski (1971) menyatakan ketidakseimbangan tajuk menyebabkan defisiensi dan ketidakseimbangan penyaluran hormon pertumbuhan (auksin) yang akan berdampak pada hilangnya ring (miss ring) yang disebabkan oleh aktivitas kambium yang tidak berhenti membelah.

Berdasarkan gambar 2, terlihat laju pertumbuhan dari kayu tersebut. Kayu yang pertumbuhannya cepat tentunya memiliki lebar lingkaran tumbuh yang sangat lebar. Dari keempat jenis kayu di atas, *P. merkusii* merupakan kayu yang cepat pertumbuhannya. Sedangkan pada *M. azedarach* dan *T. sureni* termasuk kayu yang lambat pertumbuhannya, terlihat dari lebar lingkaran tumbuh yang agak sempit. Perbedaan lebar lingkaran tumbuh ini sangat erat kaitannya dengan curah hujan dalam satu kali pertumbuhannya. Curah hujan merupakan kondisi lokal yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Penggunaan data curah hujan pertahun dan dikaitkan dengan lingkaran tumbuh yang mana pertumbuhan satu lingkaran dalam satu tahun. Untuk mengetahui sejauh mana sensitivitas pertumbuhan lingkaran tumbuh pada keempat jenis kayu ini terhadap iklim, maka selanjutnya akan ditentukan korelasi dari data curah hujan pada stasiun Sumani dengan data lebar lingkaran tumbuh yang terbentuk dari keempat jenis kayu.

Nilai korelasi yang dimiliki oleh *M. azedarach* menurut Mayer (2001) merupakan korelasi minimum pada sampel jati di daerah tropis. Nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan lingkaran tumbuh sangat tergantung pada curah hujan pada daerah tersebut untuk tanaman jati. Pada gambar di atas terlihat ada beberapa tahun dengan curah hujan yang cukup tinggi dari tahun sebelumnya memperlihatkan lingkaran tumbuh yang sempit yaitu lingkaran pada curah hujan tahun 2007, 2004 dan 2002. Selain itu dengan curah hujan yang rendah namun memperlihatkan lingkaran tumbuh yang lebar dari lingkaran sebelumnya yaitu pada data curah hujan tahun 2006, 2005 dan 2003. Hal ini juga dapat disebabkan oleh lamanya hari hujan. Pada curah hujan yang tinggi namun memiliki hari hujan yang sedikit sehingga pertumbuhan lingkaran tumbuh hanya terjadi pada hari hujan saja, sedangkan pada sebaliknya ketika curah hujan sedikit namun hari hujan yang panjang menyebabkan pembelahan sel terus terjadi selama adanya persediaan air tanah. Dengan lokasi pemilihan sampel yang berada pada bidang miring tentunya tidak dapat menahan air dalam waktu yang lama, sehingga meskipun curah hujan tinggi namun hari hujan yang pendek dapat mengakibatkan lingkaran tumbuh yang sempit.

Pada tahun 1997 hingga 1998 terjadi peristiwa El nino yang menyebabkan musim kemarau di Indonesia. El nino terjadi pada bulan Juli 1997 hingga Juni

1998 dengan kenaikan suhu hingga mencapai 40 °C. Namun pada akhir tahun 1998 diikuti dengan fenomena La nina. La nina menyebabkan curah hujan meningkat yang terjadi dari bulan Juli hingga Desember 1998 (Gutman, Csiszar and Romonav, 2000). Hal ini juga akan berdampak pada lebar lingkaran tumbuh. Terlihat pada Gambar 3, menunjukkan curah hujan yang menurun pada tahun 1997 dari tahun sebelumnya diikuti dengan penyempitan yang terjadi pada lebar lingkaran tumbuh dari keempat jenis kayu tersebut, sedangkan pada tahun 1998 kenaikan curah hujan yang cukup tinggi dari bulan Juli hingga Desember menyebabkan pertumbuhan lingkaran tumbuh yang tinggi lebarnya dari tahun sebelumnya. Efek el nino dan la nina ini terekam baik pada lebar lingkaran tumbuh pada keempat jenis kayu yang memperlihatkan lingkaran tumbuh yang jelas. Bijaksana et al. (2007), pada lingkaran tumbuh jati yang dikorelasikan pada dengan bulan-bulan terjadinya El nino tiap tahunnya memperlihatkan korelasi positif dan konsisten pada tiap tahunnya.

Nilai korelasi pada *S. mahagoni* dan *T. sureni* termasuk nilai lebih rendah dibandingkan dengan nilai korelasi *M. azedarach* dan *Jati* yang telah diteliti di daerah Jawa. Hal ini sangat berkaitan dengan tempat pengambilan sampel. Pertumbuhan lingkaran tumbuh pada pohon yang tumbuh secara alami dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu topografi dan jenis tanah. Menurut Sinon (2006), pada lingkaran tumbuh kayu jati alam pada daerah Saradan, Jawa Timur memperlihatkan korelasi yang rendah dibandingkan dengan kayu jati perkebunan. Nilai korelasi ini memperlihatkan bahwa pertumbuhan lingkaran tahun jati dipengaruhi oleh curah hujan setempat namun tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan dan pertumbuhan lingkaran tahun pohon jati alam lebih dominan dipengaruhi oleh faktor topografi, tanah, dan lokasi pertumbuhan pohon tersebut. Dalimunthe (2005) yang juga melakukan penelitian mengenai lingkaran tumbuh pada pohon jati di berbagai topografi dalam wilayah yang sama menunjukkan bahwa sensitivitas yang tinggi antara pohon jati dan curah hujan pada topografi puncak, lalu lereng dan lembah.

P. merkusii memiliki nilai korelasi paling kecil diantara ketiga jenis kayu lainnya. Dapat terlihat pada Gambar 14, pola lingkaran tumbuh *P. merkusii* beberapa tahun berbanding terbalik dengan curah hujan. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan lingkaran tumbuh pada kayu *P. merkusii* tidak hanya dipengaruhi oleh curah hujan. Pada saat curah hujan meningkat, lebar lingkaran tumbuh mengalami penyempitan pada lingkaran tumbuh sebelumnya. Menurut Worbes (1995) mengemukakan curah hujan yang terlalu tinggi di hutan tropis dapat menyebabkan terjadinya periodisitas pertumbuhan pohon sehingga terbentuk lingkaran tumbuh. Namun, Fritts (1976), menyatakan bahwa hujan yang terlalu banyak siang hari menyebabkan berkurangnya radiasi sinar matahari yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis menyebabkan penurunan aktifitas fisiologi dan berkurangnya hormon pertumbuhan yang pada akhirnya terjadi penurunan laju pembentukan sel.

Nilai korelasi yang rendah pada *P. merkusii* di Saniangbaka ini juga terlihat pada *P. merkusii* yang terdapat di Thailand. Buckley et al., (2007) melakukan penelitian dan memperoleh nilai korelasi negatif antara lingkaran tumbuh *P. merkusii* dengan curah hujan di Paek Mosoon. Nilai korelasi yang negatif ini menunjukkan bahwa semakin tinggi curah hujan terjadi penyempitan pada lingkaran tumbuh dan begitu juga sebaliknya. Hal ini dapat disebabkan oleh

banyaknya terbentuk lingkaran tumbuh pada bulan-bulan tertentu pada satu tahun memiliki curah hujan yang tinggi namun tak terlihat batas yang jelas adanya jeda pertumbuhan.

Kesimpulan

Jumlah lingkaran tumbuh hamper sama dengan perkiraan umur kayunya yang menunjukkan pembentukan lingkaran satu dalam setahun, sertapola yang sama dengan ditemukannya beberapa lingkaran yang menunjukkan ekspresi lebar lingkaran tumbuh yang tinggi pada lingkaran yang terbentuk pada tahun 2005, 2003, 2001 dan 1998. Sensitivitas lingkaran tumbuh kayu yang terbentuk dapat terlihat pada nilai korelasi yang tinggi antara lebar lingkaran tumbuh dengan curah hujan. Nilai korelasi tertinggi pada *M. azedarach* ($r = 0,4$), dan diikuti idengan nilai korelasi pada *S. mahagoni* dan *T. sureni* ($r = 0,3$), serta *P. merkusii* ($r = 0.161$).

Acknowledgements

Penelitian ini di danai oleh PEER USAID yang bekerjasama dengan Universitas Andalas. Ucapan terimakasih kepada Prof. Dr. Rudi Febriamansyah sebagai ketua Project penelitian.

Daftar Pustaka

As-syakur, A. R. 2012. Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina terhadap Curah Hujan di Indonesia pada tahun 1998/1999, Observasi Menggunakan Data TRMM Multisatelit Precipitation Analysis (TMPA) 3B43. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XVII. Teknologi Geospasial untuk Keatahanan Pangan dan Pembangunan Berkelanjutan. Remote Sensing dan Perubahan Iklim. MAPIN/ISRS.

Bijaksana, S., La Ode Ngkoimani, R. D'Arrigo, Paul Krusic, Jonathan P., Jhon S., and Siti, Z. 2007. Status of tree-ring Research from Teak (*Tectona grandis*). For Climate Studies. Journal Geofisika. 2.

Bowyer J., Shmulsky R., J. G Haygreen. 2003. Forest Product and Wood Science An Introduction. Fourth Edition. Iowa State Press. A Blackwell Pub. Comp.

Buckley, B.M, Khwancai, D., Kristadapan, P., Sarah, B., Vongphet, S., and Nakhonekham, X. 2007. Analysis of Growth Rings of Pinus merkusii from Lao P.D.R. Forest Ecology and Management. 253:120-127.

Campelof, C. Nabais, I. G. Gonzales, P.cherubini, E. Gutiereze and H. Freitas. 2009. Dendrochronology of *Quercus ilex* L. and Its Potential Use for Climate Recontruction in The Mediteranean Region. Can. J.For. Res. 39 : 2486-2493.

Cook, E. R. and L.A. Kairiukstis. 1990. Methods of Dendrochronology : Applications in The Environmental Sciences. Kluwer Academic Publisher. Netherlands.

Dalimunthe, P. 2005. Pertumbuhan Diameter Kayu Jati (*Tectona grandis* L.f) Pengaruh Iklim dan Topografi terhadap Sifat Fisis dan Anatomis. Tesis Pasacasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- D'Aringgo, Rossane, Brendan M. Buckley, Edward R. Cook, and Wendy S. Wagner. 1995. Temperature-Sensitive Tree-Ring Width Chronologies of Pink Pine (*Halocarpus biformis*) from Stewart Island, New Zealand. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 199: 93-300.
- Fritts HC. 1976. *Tree Rings and Climate*. London : Academic Press Inc
- Heinrich and J. C. G. Banks. 2005. Dendroclimatological Potential of The Australian Red Cedar (*Toona Ciliata*). *Australian Journal of Botany*. 53:21-32.
- Kozłowski, T.T. 1971. *Growth and Development Of Trees : Cambial Growth, Root Growth, and Reproductive Growth. II*. Academic Press. New York.
- Leonelli. G., M. Pelfini, G. Battipaglia, P. Cherubini. 2009. Site-aspect Influence on Climate Change Sensitivity Over Time of a High-Altitude *Pinus Cembra* Tree-Ring Network. *Climate Change*. 96 : 185-201.
- Mandang, Y.I. dan IK. N. Pandit. 1997. *Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan*. Prosea Bogor. Pusat Diklat Pegawai & SDM Kehutanan.
- Matteo et al. 2010. Tree ring $\Delta^{13}\text{C}$ Reveal Impact of Past Forest Management on Water-Use efficiency in a Mediterranean Oak coppice (*Quercus cerris* L.) in Tuscany (Italy). *Ann. For. Sci.* **67** (510).
- Mayer, G. 2001. *Ultimate Tree Ring Web Pages*. <http://web.etk.edu/egrissino.html>. Diakses pada tanggal 24 Oktober 2013
- Mutmainah, Ummu. 2011. *Corak Beberapa Jenis Kayu Perdagangan Indonesia*. Skripsi Sarjana Kehutanan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palakit, K., S. Siripattanadilok and K. Duangsathaporn. 2012a. Internal and external factors affecting tree-ring formation of six tree species in northeastern Thailand. *Proceedings in 1st ASEAN Plus Three Graduate Research Congress*. 1-2 March 2012. Chiang Mai, Thailand.
- Pandit, I.K.N. 2008. Karakteristik Sifat Dasar Kayu Small Diameter Log. *Jurnal WoddBiz Indonesia Edition 34*. Desember 2008.
- Pandit, I.K.N. dan H. Ramdan. 2002. *Anatomi Kayu : Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Baku*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Panshin, A.J and Carl de Zeeuw. 1980. *Textbook of Wood Technology*. Vol 1. McGraw Hill Book Co. N. Y. London.
- Schweingruber, F. H. 1976. *Tree Rings : Basic and Application of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Sinon, I. L. S. 2006. *Studi Dendrokronologi pada Jati Alam dari Saradan Jawa Timur*. Thesis Mahasiswa Program Studi Fisika. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wimmer R, Strumia G, and Holawe F. 2000. Use of False Ring in Australia Pine to Reconstruct Early Growing Season Precipitation. *Can J For Res*. 30 : 1691-1697.
- Worbes, M. 1995. How To Measure Growth Dynamics in The Tropical Trees : a Review. *IAWA J*. 16(4):337-352.