

Karateristik Morfologi Bibit Cendana (*Santalum album* L.) yang Ditanam pada Cekaman air Tanah Alfisol dan Vertisol

Lenny M. Mooy, Muhammad Kasim dan Donatus Kantur

Program Studi Teknologi Pangan dan Hortikultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Adisucipto Penfui, P.O.Box. 1152, Kupang 85011

ABSTRACT

The morphological characteristics of sandalwood (*Santanum album* L.) seed having water stresses at Alfisol and Vertisol soil. This research was conducted in Oebelo, Central Kupang Sub District, from March to October 2010. Soil and plant were analyzed at The laboratory of Assessment Institute for Agricultural Technology of East Nusa Tenggara Province. The objectives of this research were to investigate the morphological characteristics of sandalwood (*Santanum album* L.) seed having water stresses at Alfisol and Vertisol soil. Experimental design used factorial design based with random block designed, which consisted of two factors. The first factor was water stress (C) with 5 levels namely C0: without water stress (control); C1: one day water stress; C2: two days water stress; C3: three days water stress, and C4: four days water stress. The second factor was soil types (T) consisted of Alfisol soil (T1) and Vertisol soil (T2). Analysis of Varian (Anova) was used to analyse all of the effect of treatments. Multiple Range Duncan Test at 5% of significance level was used to compare the differences in the treatments. The result showed that one day water stress (C1) at Alfisol soil and two days water stress at Vertisol soil have higher morphological characteristics including; plant height, rod diameter, leaves wide, root surface area, the amount of haustorium and dry matter than other treatments.

Key words: Sandalwood, morphology, water stress, alfisol and vertisol.

PENDAHULUAN

Tanaman cendana (*Santalum album*, Linn) merupakan salah satu tanaman penting di Nusa Tenggara Timur dan ciri khas dari Propinsi ini. Cendana memiliki nilai ekonomis tinggi karena cendana dapat dijadikan bahan kerajinan, obat-obatan dan kosmetik dari minyak atsiri dan kayu yang dihasilkannya. Penggunaan kayu cendana secara terus menerus yang berlangsung setiap tahun tidak seimbang dengan penanaman kembali, menyebabkan pohon cendana produktif yang tersisa terus menurun.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat untuk mengatasi penurunan populasi cendana, namun hasil yang diperoleh sampai saat ini belum optimal. Salah satu kondisi atau faktor yang perlu diperhatikan dalam usaha pemulihan kembali plasma nufah yang relatif hampir punah ini adalah mengusahakan lingkungan tumbuh yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman baik saat dipersemaian maupun pada kondisi lapangan.

Berkaitan dengan kualitas, bibit yang baik di tanam di lapangan adalah batangnya berkayu (warna kulit batang coklat) dan tingginya lebih dari 30 cm dan diameter batang 0,30-0,50 cm (Surata,1992b). Untuk mendapatkan bibit yang baik ini dipengaruhi oleh faktor internal yaitu fisiologi dan umur tanaman, serta faktor eksternal yaitu tanah dan iklim yang meliputi curah hujan (air), temperatur dan kelembapan udara, serta inang (Surata, 1992a).

Kebutuhan sumberdaya air bagi budidaya cendana tidak sebesar yang diperlukan untuk budidaya pertanian lain pada umumnya. Meski demikian untuk budidaya tanaman cendana, kesinambungan sejumlah persediaan air yang memadai tetap diperlukan, terutama pada masa-masa awal pertumbuhannya yaitu ditingkat persemaian dan penanaman awal di lapangan karena bila kekurangan air maka dapat menyebabkan tingkat kematian bibit cendana di persemaian maupun di lapang (awal pertumbuhan) mencapai lebih kurang 80% (Balai Penelitian Kehutanan-Kupang, 1992).

Kekurangan air akan mengganggu aktifitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan morfologi seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan ratio akar-tajuk (Sinaga, 2008).

Pemberian air pada masa awal pertumbuhan dapat dilakukan dengan interval waktu 2 hari sekali (Djuwansah dkk, 2001). Menurut Mooy (2008) pembibitan cendana dengan inang kacang turis dapat dilakukan setiap 2 hari sekali pada tanah Vertisol (226 mL air) dan setiap hari (120 mL air) pada tanah Entisol. Sementara penggunaan inang kelor dilakukan 3 hari sekali (240 mL air) untuk tanah vertisol dan 2 hari sekali (147 mL air) pada tanah entisol. Dilain pihak Kasim (2008) menyatakan bahawa untuk memperoleh bibit cendana yang baik, maka pemberian air dilakukan setiap hari (100 mL) pada tanah alfisol dengan inang krokot. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa setiap inang mempunyai kemampuan mengikat air yang berbeda dan untuk satu jenis inang waktunya berbeda pula pada setiap jenis tanah (Mooy, 2008). Efisiensi akar dalam mengabsorbsi air ditentukan oleh penyebaran serta permeabilitasnya

yang berkaitan dengan porositas tanah dan untuk semua jenis tanah mempunyai porositas yang berbeda (Islami dan Utomo, 1995).

Tanah yang umumnya menjadi tempat tumbuh cendana adalah lempung merah, berbatu atau karang, berkerikil, kaya akan unsur hara atau subur, berdrainase baik dengan warna merah sampai coklat-kehitaman (Hendrisman, 2001). Ciri jenis tanah yang dapat digunakan seperti pada vertisol dan entisol.

Informasi mengenai kombinasi antara tingkat cekaman air dan jenis tanah dalam kaitannya dengan pembibitan cendana masih sangat terbatas. Oleh karena sangat baik jika dilakukan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Oebelo, Kecamatan Kupang Tengah, yang berlangsung dari bulan Maret sampai Oktober 2010. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium milik Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Naibonat, Kecamatan Kupang Timur.

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan dasar rancangan acak kelompok (RAK) dan merupakan percobaan 2 faktor. Faktor pertama; tingkat cekaman air tanah (C) yang terdiri dari 5 taraf yaitu: C0: Tanpa cekaman (kontrol); C1: Cekaman air tanah 1 hari; C2: Cekaman air tanah 2 hari; C3: Cekaman air tanah 3 hari; dan C4: Cekaman air tanah 4 hari. Faktor kedua; jenis tanah (T) yang terdiri dari 2 taraf yaitu : T1: Jenis tanah Alfisol; dan T2: Jenis tanah Vertisol

Tanah diambil dari lapisan top soil yakni dari kedalaman 0-20 cm, selanjutnya dikering anginkan selama satu minggu, kemudian dihaluskan dengan ayakan berdiameter 10mm dan dicampur bersama pupuk kandang yang terdiri dari 10 kg tanah dan 0.25 kg pupuk kandang. Media ini dimasukkan kedalam polibag yang berukuran 40 x 30 cm sesuai perlakuan jenis tanah dan diinkubasi selama 1 bulan.

Penyemaian dilakukan dengan cara membenamkan benih sedalam 1cm pada baki plastik berukuran 40cm x 25cm x 10cm dan berisi media tanam berupa pasir halus. Penanaman dengan membenamkan 1 benih cendana yang telah berkecambah pada polibag kecil bersama inang sesuai dengan jenis

tanahnya. Tanaman (cendana + inang) selanjutnya dipindahkan ke polibag besar saat cendana telah memiliki 4 jumlah daun.

Perlakuan cekaman air yaitu tanaman tidak diberikan pengairan yang dilakukan 14 hari setelah tanam dan disesuaikan dengan perlakuan. Volume air yang diberikan setelah perlakuan adalah 106,5 mL x lama cekaman.

Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi pemangkasan tanaman inang disesuaikan dengan kondisi tanaman dalam hal ini jika terlalu rimbun atau tinggi. Pemupukan dilakukan pada saat dilakukan penjarangan dengan SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 10 g/10 kg tanah, serta urea sebanyak 2 g/10 kg tanah dan grow quick R dan grow quick S yang diberikan setiap minggu dengan konsentrasi masing-masing 0,75 mL/L air atau 35,0 mL larutan/tanaman. Penyiangan gulma yang dilakukan setiap kali terdapat gulma dalam polibag perlakuan. Untuk menjaga agar kondisi aeras tanah tetap berlangsung normal maka dilakukan pengemburan setiap 2 minggu sekali.

Pengamatan dilakukan pada umur 90 dan 150 HST terhadap variabel morfologi yaitu tinggi bibit, diameter batang, luas daun bibit, luas permukaan akar dan bobot kering bibit. Untuk melihat ada tidaknya pengaruh perlakuan maka akan dilakukan dengan ANOVA, dan bila terdapat pengaruh maka akan dilakukan uji Duncan 5% untuk melihat perlakuan yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil uji Duncan 5% terhadap rata-rata tinggi bibit cendana akibat perlakuan tingkat cekaman air tanah Alfisol dan Vertisol disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Tinggi Bibit Cendana (cm) pada Beberapa Tingkatan Cekaman Air Tanah Alfisol dan tanah Vertisol.

Cekaman	Jenis Tanah (90 HST)		Jenis Tanah (150 HST)	
	Alfisol	Vertisol	Alfisol	Vertisol
CO	14,17 c x	15,67 c x	20,00 c y	25,23 c x
CI	20,00 a x	17,67 b y	42,20 a x	37,10 b y
C2	16,00 b y	21,55 a x	30,00 b y	52,63 a x
C3	11,07 d x	12,40 d x	17,47 d y	19,74 d x
C4	9,00 e x	10,57 e X	13,40 e y	15,84 e x

Keterangan : Angka - angka yang diikuti oleh huruf pada setiap baris dan pada setiap kolom masing - masing berbeda tidak nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 1 menunjukkan tinggi bibit cendana pada umur 90 dan 150 HST antara tanah Alfisol dan Vertisol tidak berbeda pada tanpa cekaman (C0), cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4). Namun pada cekaman 1 hari (C1) bibit cendana lebih tinggi pada tanah Alfisol. Sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) bibit cendana lebih tinggi pada tanah Vertisol. Adanya peningkatan tinggi bibit cendana pada cekaman 1 hari (C1) di tanah Alfisol dan cekaman 2 hari (C2) di tanah Vertisol ini diduga karena pada ketersediaan air tanah yang demikian bibit cendana mampu melakukan aktifitas pembelahan meristem apical melalui hara yang diserap, karena kondisi air tanah dalam keadaan optimal untuk masing-masing jenis tanah. Hal ini didukung oleh pendapatnya Fitter, (1999) yang mengatakan bahwa banyaknya air yang tersedia untuk satu jenis tanaman tergantung pada distribusi ukuran pori-pori tanah. Distribusi ini tergantung pada tekstur tanah. Secara umum tanah - tanah bertekstur ringan sampai dengan sedang cenderung menahan lebih banyak air untuk digunakan tanaman dari pada bertekstur kasar.

Pada tanpa cekaman (C0), cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) pada umur 90 dan 150 HST tidak menyebabkan adanya perbedaan tinggi bibit cendana pada tanah Alfisol dan tanah Vertisol. Kondisi ini menunjukkan pada tanpa cekaman (Co), terjadi kelebihan air baik pada tanah Alfisol maupun tanah Vertisol. Akan tetapi pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) merupakan kekurangan air pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol. Adanya kekurangan atau kelebihan air pada cekaman air tanah ini akan menyebabkan aktivitas metabolisme tanaman terganggu, secara langsung ataupun tidak langsung berpengaruh pada penyerapan hara yang tidak optimal. Hal ini akan menyebabkan pembelahan meristem apical melalui hara yang diserap oleh bibit cendana akan terganggu karena kondisi air tanah dalam keadaan tidak optimal.

Pada Tabel 1 di tanah Alfisol bibit cendana lebih tinggi dicekaman 1 hari (C1) dibandingkan pada cekaman lainnya baik pada umur 90 maupun 150 HST. Pada tanpa cekaman (C0) tinggi bibit kurang optimal, hal ini merupakan kondisi kelebihan air bagi pertumbuhan tinggi bibit cendana yang disebabkan menurunnya ketersediaan O₂ bagi akar sehingga akar bibit tidak mampu menyerap hara secara optimal untuk pertambahan tinggi bibit cendana. Sedangkan pada cekaman 1 hari (C1) di tanah Alfisol tinggi bibit cendana lebih optimal. Hal

ini merupakan kondisi kecukupan air bagi pertumbuhan tinggi bibit cendana. Ketersediaan air tanah yang demikian bibit mampu menyerap air dan hara dari dalam tanah untuk pertumbuhannya karena kondisi air tanah dalam keadaan optimal. Pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) di tanah Alfisol pertumbuhan bibit tidak optimal hal ini merupakan kondisi kekurangan air bagi pertumbuhan tinggi bibit cendana. Kehilangan air yang terus menerus pada tanaman diluar batas kendalnya tanaman akan mati. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Lakitan, (1996) menyatakan bahwa air yang tersedia dalam tanah adalah selisih antara air yang terdapat pada kapasitas lapang dan titik layu permanen. Dimana serapan air oleh akar tanaman dipengaruhi oleh laju transpirasi, sistim perakaran, dan ketersediaan air tanah.

Pada Table 1 di tanah Vertisol bibit cendana lebih tinggi dicekaman 2 hari (C2) dibandingkan pada cekaman lainnya baik pada umur 90 maupun 150 HST. Pada tanpa cekaman (C0) dan cekaman 1 hari (C1) di tanah Vertisol tinggi bibit kurang optimal, Hal ini merupakan kondisi kelebihan air bagi pertumbuhan bibit yang disebabkan menurunnya ketersediaan O_2 sehingga akar bibit tidak mampu menyerap hara secara optimal untuk pertumbuhan tinggi bibit cendana. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Mukada and Cook, 1918 dalam Mooy, (2008) yang menyatakan bahwa ciri umum yang dikandung oleh tanah vertisol, yakni memiliki tekstur tanah liat dan berat bisa mencapai 90% dari total tanah, dapat juga mengembang dan mengkerut kecepatan infiltrasi rendah serta draenase yang lamban. Pada cekaman 2 hari (C2) di tanah vertisol tinggi bibit cendana lebih optimal hal ini disebabkan kondisi air tanah yang demikian daya serap hara oleh bibit cendana dalam keadaan cukup dengan daya ikat air tanah vertisol yang tinggi. Hal ini juga di dukung oleh pendapatnya Deckers et al., 2001 dalam Mooy, (2008) yang mengatakan bahwa daya ikat air tanah vertisol yang tinggi dengan cadangan sumber hara cukup serta kapasitas tukar kation yang tinggi dan PH netral hingga alkalis. Sedangkan pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) di tanah Vertisol tinggi bibit kurang optimal hal ini merupakan kondisi kekurangan air bagi pertumbuhan tinggi bibit cendana dimana daya serap hara bagi pertumbuhan bibit terhambat karena tanah dalam keadaan kering. Hal ini juga didukung oleh ciri umum tanah vertisol dapat mengembang dan mengkerut secara periodik, menciptakan struktur tanah

dengan pola rekahan yang spesifik, ketika basah tanah menjadi sangat lengket dan kedap air kalau ketika kering menjadi sangat keras dan membentuk rekahan (Van Wambeke, 1992).

Diameter Batang

Hasil uji Duncan 5% terhadap rata-rata diameter batang bibit cendana akibat perlakuan tingkat cekaman air tanah Alfisol dan Vertisol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada umur 90 HST diameter batang bibit cendana antara tanah Alfisol dan Vertisol tidak berbeda pada tanpa cekaman (C0), cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4). Diameter batang bibit cendana lebih lebar pada tanah Alfisol dari pada Vertisol pada cekaman 1 hari (C1). Sedangkan pada tanah Vertisol diameter bibit cendana lebih lebar pada cekaman 2 hari (C2) dibanding pada Alfisol. Pada umur 150 HST diameter batang cendana tidak berbeda antara tanah Vertisol dengan Alfisol pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4). Diameter batang bibit cendana lebih lebar pada tanah Alfisol dari pada Vertisol pada cekaman 1 hari (C1), sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) diameter batang bibit cendana lebih lebar pada tanah Vertisol. Diameter batang bibit cendana semakin lebar karena adanya pembelahan sel dan pembesaran sel-sel kambium akibat terjadinya partisi fotosintat di daerah tumbuh. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Huber (1962) mengatakan bahwa apa bila jumlah air yang mengalir melalui batang dapat diukur maka besarnya transpirasi yang mengalir melalui batang walaupun ada tahanan terhadap aliran itu.

Tabel 2. Rataan Diameter Batang (cm) pada Beberapa Tingkatan Cekaman Air Tanah Alfisol dan Tanah Vertisol.

Cekaman	Jenis Tanah (90 HST)		Jenis Tanah (150 HST)	
	Alfisol	Vertisol	Alfisol	Vertisol
CO	0,18 c x	0,21 c x	0,27 c y	0,31 c x
CI	0,32 a x	0,27 b y	0,81 a y	0,69 b x
C2	0,24 b x	0,55 a y	0,64 b y	0,95, a x
C3	0,14 d x	0,16 d x	0,23 d x	0,23 d x
C4	0,11 e x	0,12 e x	0,20 e y	0,22 e x

Keterangan : Angka - angka yang diikuti oleh huruf pada setiap baris dan pada setiap kolom masing - masing berbeda tidak nyata pada uji Duncan 5%

Kelebihan air pada tanpa cekaman (C0) menyebabkan aktifitas penyerapan hara tertekan dan respirasi akar akan terganggu sehingga laju fotosintat menjadi lambat dan berpengaruh pada proses pertumbuhan dan pembesaran batang bibit cendana. Pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) terjadi kekurangan air baik pada tanah Alfisol dan Vertisol kelebihan atau kekurangan air akan menekan proses penyerapan hara dan akan mengakibatkan aktifitas fotosintesis menjadi lambat sehingga jumlah fotosintat yang dapat diakumulasi sedikit. Kondisi ini menyebabkan diameter batang bibit cendana tidak berbeda antara tanah Vertisol dan Alfisol pada tanpa cekaman (Co), cekaman 3 hari (C3), dan 4 hari (C4). Baik pada umur 90 dan 150 HST.

Tanah Alfisol memiliki butir-butir tanah yang lebih besar dari pada Vertisol sehingga pada cekaman 1 hari (C1) dapat menyebabkan kandungan air tanah Alfisol menjadi optimal bagi pertumbuhan diameter batang cendana. Berbeda dengan tanah Vertisol pada cekaman 1 hari (C1) menyebabkan kelebihan air dan sebaliknya pada kondisi cekaman 2 hari (C2) tanah Alfisol menyebabkan kandungan air berkurang untuk mendukung pertumbuhan diameter batang bibit cendana. Hal ini menyebabkan pada cekaman 1 hari (C1) diameter batang cendana lebih lebar pada tanah Alfisol dari pada Vertisol, sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) diameter batang bibit cendana lebar pada tanah Vertisol dari pada Alfisol.

Pada Tabel 2 di atas terlihat bahwa diameter batang bibit cendana pada tanah Alfisol di lebih lebar cekaman 1 hari (C1) dibanding pada cekaman lainnya baik pada umur 90 maupun pada umur 150 HST. Pada tanpa cekaman (C0), terjadi kelebihan air sehingga diameter batang cendana menjadi tidak optimal. Akan tetapi, pada kondisi cekaman 1 hari (C1) diameter batang bibit cendana menjadi optimal. Pemberian air dengan cekaman ini menyebabkan kandungan air tanah tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Pada kondisi air tanah yang optimal menyebabkan pertumbuhan menjadi maksimal sehingga lebih banyak hara yang dapat diserap untuk peningkatan aktifitas fotosintesis. Laju fotosintesis yang maksimal mengakibatkan pembelahan sel kambium lebih cepat. Hal ini menyebabkan diameter batang cendana pada cekaman 1 hari (C1) lebih lebar dibandingkan pada cekaman lainnya. Pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) mengakibatkan semakin berkurang kadar air tanah.

Hal ini menyebabkan diameter batang cendana semakin kecil dengan peningkatan cekaman air.

Pada tanah Vertisol diameter batang cendana lebih lebar pada cekaman 2 hari (C2) dibanding dengan cekaman lainnya baik pada umur 90 maupun 150 HST (Tabel 4). Oleh karena butir - butir yang lebih kecil pada tanah Vertisol menyebabkan daya ikat air menjadi lebih kuat dibandingkan pada tanah Alfisol. Hal ini menyebabkan pada cekaman 1 hari (C1) dan 2 hari (C2) di tanah Vertisol terjadi kelebihan air dan menyebabkan menurunnya ketersediaan O_2 dalam tanah yang disertai daya infiltrasi tanah Vertisol yang rendah dan kedap air sehingga pertumbuhan diameter batang bibit cendana terhambat karena daya serap hara oleh akar tanaman menjadi tidak optimal. Hal ini juga di dukung oleh pendapatnya Mukada and Cook,. (1918) dalam Mooy, (2008) yang mengatakan bahwa ciri umum yang dikandung oleh tanah Vertisol, yakni memiliki tekstur tanah liat dan berat bisa mencapai 90% dari total tanah, dapat juga mengembang dan mengkerut kecepatan infiltrasi rendah serta draenase yang lamban.

Berbeda dengan cekaman 2 hari (C2) di tanah Vertisol. Pada kondisi cekaman 2 hari (C2) kondisi air tanah optimal bagi pertumbuhan cendana. Diameter batang cendana menjadi optimal. Akan tetapi pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) diameter batang cendana menjadi tidak optimal. Pada kondisi cekaman tersebut terjadi kekurangan air. Pada kondisi kekurangan air hara menjadi tidak tersedia sehingga cendana kekurangan hara. Kekurangan hara menyebabkan aktivitas metabolisme menjadi terganggu diameter batang cendana menjadi kecil.

Luas Daun Bibit Cendana

Hasil uji Duncan 5% terhadap rataan luas daun bibit cendana akibat perlakuan tingkat cekaman air tanah Alfisol dan Vertisol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Luas Daun Bibit Cendana (cm²) pada Beberapa Tingkatan Cekaman Air Tanah Alfisol dan Tanah Vertisol

Cekaman	Jenis tanah (90 HST)		Jenis tanah (150 HST)	
	Alfisol	Vertisol	Alfisol	Vertisol
CO	292,3 c x	378,83 c x	1088,89 c x	1260,10 c x
CI	627,00 a x	504,23 b y	1851,10 a x	1643,47 b y
C2	453,23 b y	775,07 a x	1444,43 b y	2858,20 a x
C3	209,90 d x	244,67 d x	765,93 d y	916,57 d x
C4	124,70 e x	167,17 e x	494,60 e x	597,00 e X

Keterangan : Angka - angka yang diikuti oleh huruf pada setiap baris dan pada setiap kolom masing - masing berbeda tidak nyata pada uji Duncan 5%.

Tabel 3 menunjukkan luas daun bibit pada umur 90 dan 150 HST antara tanah Alfisol dan Vertisol tidak berbeda pada tanpa cekaman (C0). Namun pada cekaman cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) luas daun bibit cendana lebih tinggi pada tanah Vertisol dibandingkan pada tanah Alfisol pada umur 90 maupun 150 HST. Namun pada cekaman 1 hari (C1) luas daun bibit cendana lebih tinggi dibandingkan pada tanah Vertisol. Sedangkan pada Cekaman 2 hari (C2) laus daun bibit cendana lebih tinggi ditanah Vertisol dibandingkan pada tanah Alfisol.

Adanya perbedaan tinggi luas daun bibit cendana antara tanah Alfisol dan tanah Vertisol ini diduga karena daya ikat air tanah kedua jenis tanah ini berbeda dalam mendukung pertumbuhan daun bibit cendana. Hal lain juga disebabkan karena kebutuhan air dan ketersediaan air tanah berbeda antara tanah Alfisol dan Vertisol menyebabkan luas daun cendana pada umur 90 dan 150 HST lebih luas pada tanah Vertisol dibandingkan Alfisol pada tanpa cekaman (Co), cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4).

Pada tanpa cekaman (C0) luas daun bibit cendana tidak berbeda pada umur 90 HST baik pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol. Hal ini diduga karena pada kondisi yang demikian tanaman masih terlalu muda dalam pembentukan daun yang optimal dimana daun yang terbentuk berkisar 3 sampai 4 helai. Pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) pada umur 90 HST antara tanah Alfisol dan tanah Vertisol luas daun bibit cendana tidak optimal. Disebabkan karena pada kondisi yang demikian merupakan kekurangan air bagi pertumbuhan bibit yang masih muda, oleh karena itu maka penyerapan hara

dan air dalam tanah belum optimal. Efek dari dugaan ini maka pertumbuhan daun bibit cendana akan terhambat dan kerdil karena kekeringan. Dilain pihak pada kondisi ini tanaman sangat membutuhkan air yang cukup pada masa awal pertumbuhannya.

Sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) tanah Vertisol luas daun bibit cendana lebih tinggi pada umur 90 HST dibandingkan pada cekaman lainnya. Hal ini disebabkan karena pada kondisi air tanah Vertisol mempunyai daya ikat air yang optimal bagi pertumbuhan daun bibit cendana. Sedangkan pada cekaman 1 hari (C1) di tanah Alfisol luas daun bibit cendana lebih tinggi pada umur 90 HST dibandingkan pada cekaman lainnya. Hal ini diduga karena kondisi tanah yang demikian tanah Alfisol merupakan kondisi cukup dalam mengikat air tanah bagi pertumbuhan daun bibit cendana.

Tabel 3 menunjukkan luas daun bibit cendana tidak berbeda pada tanpa cekaman (C0), cekaman 3 hari C3 dan 4 hari (C4) pada tanah Alfisol maupun Vertisol pada umur 150 HST. Namun pada cekaman 1 hari (C1) di tanah Alfisol dan 2 hari (C2) di tanah Vertisol pada umur 150 HST luas daun bibit cendana lebih tinggi dari cekaman lainnya. Hal ini sebabkan air tanah yang demikian daya serap hara oleh bibit cendana dalam keadaan optimal, sehingga pertumbuhan daun bibit cendana menjadi lebih bagus. Karena pada kondisi cekaman yang demikian daya ikat air untuk kedua jenis tanah ini dalam keadaan optimal.

Pada tanpa cekaman (C0) pertumbuhan daun bibit cendana tidak optimal, hal ini diduga karena pada kondisi demikian merupakan kelebihan air bagi pertumbuhan daun bibit cendana dimana menurunnya CO_2 untuk proses fotosintesis dan O_2 untuk respirasi menjadi tidak lancar, dan akibatnya daun bibit cendana menjadi kecil. Demikian juga pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) pertumbuhan daun bibit cendana tidak optimal hal ini diduga pada kondisi yang demikian merupakan kekurangan air bagi pertumbuhan daun bibit cendana pada cekaman ini daya ikat air kedua jenis tanah ini dalam keadaan tidak optimal sehingga dapat menghambat pertumbuhan daun bibit cendana. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Indranada (1995) menyatakan bahwa 98% air yang diambil oleh tanaman akan hilang melalui proses transpirasi. Proses transpirasi ini penting untuk mempertahankan sel-sel daun yang diluar agar

tetap lembab sehingga laju penyerapan CO₂ untuk fotosintesis dan O₂ untuk respirasi menjadi lebih lancar.

Luas Permukaan akar

Hasil uji Duncan 5% terhadap rata-rata luas permukaan akar bibit cendana akibat perlakuan tingkat cekaman air tanah Alfisol dan Vertisol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Luas Permukaan Akar Bibit Cendana (cm) pada Beberapa Tingkatan Ketersediaan Air Tanah Alfisol dan Tanah Vertisol.

Cekaman	Jenis tanah (90 HST)		Jenis tanah (150 HST)	
	Alfisol	Vertisol	Alfisol	Vertisol
CO	14,27 c x	17,88 c x	47,31 c x	34,81 c y
C1	32,62 a x	26,26 b y	86,12 a x	78,83 b y
C2	21,0y9 b x	38,51 a x	67,18 b y	115,57 a x
C3	13,89 d x	13,46 d x	33,30 d y	38,37 d x
C4	7,89 e x	10,48 e x	19,12 e y	24,34 e x

Keterangan : Angka - angka yang diikuti oleh huruf pada setiap baris dan pada setiap kolom masing - masing berbeda tidak nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa pada umur 90 HST luas permukaan akar bibit cendana antara tanah Alfisol dan Vertisol tidak berbeda pada tanpa cekaman (C0), cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4). Akar bibit cendana lebih luas pada tanah Alfisol dari pada Vertisol pada cekaman 1 hari (C1). Sedangkan di tanah Vertisol akar bibit cendana lebih luas pada cekaman 2 hari (C2) dibanding Alfisol. Pada umur 150 HST, luas permukaan akar cendana lebih lebar pada tanah Alfisol dari pada Vertisol pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4), pada cekaman 2 hari (C2) luas permukaan akar bibit cendana lebih lebar pada tanah Vertisol di bandingkan dengan Alfisol.

Pada umur 90 HST pada tanpa cekaman (C0) terjadi kelebihan air baik pada tanah Alfisol maupun tanah Vertisol. Kelebihan air menyebabkan aktifitas penyerapan hara tertekan dan respirasi akar akan terganggu sehingga luas permukaan akar bibit cendana tidak berbeda antara tanah Alfisol dan Vertisol. Pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) terjadi kekurangan air baik pada tanah Alfisol dan Vertisol. Pertumbuhan akar terhambat dan jumlah akar yang terbentuk sedikit. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Johanes *et.al* (1991) yang menyatakan bahwa upaya tanaman untuk mempertahankan diri dalam

kondisi kekurangan air tanaman akan meningkatkan panjang dan volume akar sehingga permukaan akar tertekan. Hal ini menyebabkan pada cekaman 3 hari (C3), dan 4 hari (C4), permukaan akar cendana tidak berbeda antara tanah vertisol dan Alfisol. Pada cekaman (C1) tanah Alfisol mampu menyediakan air yang optimal bagi pertumbuhan akar cendana, sedangkan pada tanah Vertisol terjadi kelebihan air. Sebaliknya pada cekaman 3 hari (C3) terjadi kekurangan air pada tanah Alfisol, namun pada tanah Vertisol keadaan air tanah menjadi optimal untuk kebutuhan cendana. Hal ini menyebabkan luas permukaan akar cendana lebih luas pada tanah Alfisol dibandingkan tanah Vertisol pada cekaman 1 hari (C1), sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) luas permukaan akar bibit cendana lebih luas pada tanah Vertisol dari pada Alfisol pada umur 90 HST.

Pada umur 150 HST luas permukaan akar cendana lebih luas pada tanah Alfisol dari pada Vertisol pada tanpa cekaman (C0) dan cekaman 1 hari (C1). Sedangkan pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) luas permukaan akar lebih luas pada tanah Vertisol dari pada tanah Alfisol. Oleh karena butir – butir tanah lebih besar pada tanah Alfisol dari pada tanah Vertisol, maka pada tanpa cekaman (C0) dan cekaman 1 hari (C1) terjadi kelebihan air pada tanah Vertisol dari pada Alfisol sehingga luas permukaan akar tanah Vertisol lebih luas dari pada tanah Alfisol. pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4), terjadi kekurangan air pada tanah Alfisol. Hal ini menyebabkan luas permukaan akar cendana menjadi lebih sempit dari pada luas permukaan akar cendana dari pada tanah Vertisol. Hal ini menyebabkan luas permukaan akar cendana pada tanah Vertisol lebih luas dari pada tanah Alfisol pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4).

Pada Tabel 4 di atas terlihat bahwa luas permukaan akar bibit cendana pada tanah Alfisol di lebih lebar cekaman 1 hari (C1) dibanding pada cekaman lainnya baik pada umur 90 dan 150 HST. pada tanpa cekaman (C0), terjadi kelebihan air sehingga luas permukaan akar cendana menjadi tidak optimal. Akan tetapi, pada kondisi cekaman 1 hari (C1) luas permukaan akar bibit cendana menjadi optimal. Pemberian air dengan cekaman 1 hari (C1) menyebabkan kandungan air tanah dan hara tersedia bagi pertumbuhan akar. Pada kondisi air tanah yang baik menyebabkan pertumbuhan akar menjadi maksimal sehingga lebih banyak hara yang dapat diserap untuk peningkatan

aktifitas fotosintesis. Hal ini menyebabkan luas permukaan akar cendana pada cekaman CI lebih luas dibandingkan pada cekaman lainnya. Pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) kadar air tanah berkurang. Hal ini menyebabkan akar cendana semakin kecil dengan peningkatan cekaman air.

Pada tanah Vertisol akar cendana lebih luas pada cekaman 2 hari (C2) dibanding dengan cekaman lainya baik pada umur 90 maupun 150 HST (Tabel 5) yang didukung oleh daya ikat air tanah Vertisol dibandingkan pada tanah Alfisol. Hal ini menyebabkan pada tanpa cekaman (C0) dan cekaman 1 hari (C1) di tanah Vertisol terjadi kelebihan air dan akibatnya ketersediaan O_2 menurun sehingga transpirasi akar terganggu dan perpanjangan akar menjadi tidak optimal. Berbeda dengan cekaman 2 hari (C2) ditanah Vertisol. Pada kondisi cekaman ini, air tanah dalam keadaan optimal bagi pertumbuhan cendana dan akar cendana menjadi optimal. Akan tetapi pada C3 dan C4 akar cendana menjadi tidak optimal. Pada kondisi cekaman tersebut terjadi kekurangan air, kondisi kekurangan air dan hara akar cendana menjadi tidak optimal sehingga pertumbuhan akar menjadi kecil dan akibatnya luas permukaan akar tidak luas. Hal ini juga didukung oleh pendapatnya Islami dan Utomo, (1995) yang mengatakan bahwa pada umumnya tanaman dengan pengairan yang baik mempunyai sistim perakaran yang lebih panjang dari pada tanaman yang tumbuh pada tempat yang kering. Rendahnya air tanah akan menurunkan perpanjangan akar, kedalaman penetrasi dan diameter akar.

Bobot Kering Bibit (g)

Hasil uji Duncan 5% terhadap rata-rata bobot kering bibit cendana akibat perlakuan tingkat cekaman air tanah Alfisol dan Vertisol sajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Bobot Kering (g) Bibit Cendana pada Beberapa Tingkatan Cekaman Air Tanah Alfisol dan Vertisol.

Cekaman	Jenis Tanah (90 HST)		Jenis Tanah (150 HST)	
	Alfisol	Vertisol	Alfisol	Vertisol
CO	1,00 c x	1,07 c x	2,80 c y	3,17 c x
CI	1,83 a x	1,40 b y	4,00 a x	4,07 b y
C2	1,20 b x	2,13 a x	3,13 b y	6,17 a x
C3	0,57 d x	0,90 d x	2,47 d y	2,60 d x
C4	0,60 e x	0,70 e x	2,10 e y	2,33 d x

Keterangan : Angka - angka yang diikuti oleh huruf pada setiap baris dan pada setiap kolom masing - masing berbeda tidak nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 5 diatas menunjukkan bahwa pada umur 90 HST bobot kering bibit cendana antara tanah Alfisol dan Vertisol tidak berbeda pada tanpa cekaman (Co), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4). Bobot kering bibit cendana lebih berat pada tanah Alfisol dari pada tanah Vertisol pada cekaman 1 hari (C1), sedangkan di tanah Vertisol bobot kering bibit cendana lebih berat pada cekaman 2 hari (C2) dibanding pada Alfisol.

Pada umur 90 HST pada cekaman 1 hari (C1) dan 4 hari (C4) terjadi penurunan bobot kering cendana baik pada tanah Alfisol maupun tanah Vertisol. Adanya penurunan bobot kering pada cekaman ini di menyebabkan ketersediaan air dan daya ikat air tanah yang berbeda baik pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol dan menyebabkan cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) tidak berbeda. Pada tanpa cekaman (C0) bobot kering cendana tidak berbeda pada umur 90 HST baik pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol. Hal ini disebabkan pada kondisi yang demikian tanaman cendana masih terlalu muda untuk penyerapan hara dan air yang optimal dimana respirasi akar terganggu karena air berlebihan sehingga peningkatan bobot kering bibit cendana tidak optimal. Pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) pada umur 90 HST baik pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol bobot kering tanaman cendana tidak optimal. Hal ini disebabkan pada cekaman ini ketersediaan air tanah sedikit dengan adanya peningkatan cekaman.

Sedangkan pada cekaman 2 hari (C2) di tanah Vertisol bobot kering cendana lebih berat pada umur 90 HST dibandingkan pada cekaman lainnya. Hal ini disebabkan akar tanaman dapat mengikat air dan hara disekitarnya untuk peningkatan aktifitas fotosintesis sehingga dapat meningkatkan bobot kering cendana, yang didukung pula parameter pertumbuhan yang baik seperti tinggi bibit, diameter batang, luas daun, luas permukaan akar dan bobot kering bibit yang optimal. Sedangkan pada cekaman 1 hari (C1) di tanah Alfisol bobot kering cendana lebih berat dibandingkan pada cekaman lainnya. Adanya peningkatan bobot kering pada cekaman ini disebabkan karena kondisi tanah Alfisol mampu menyediakan air dan hara yang optimal bagi pertumbuhan dan akibatnya adanya penambahan bobot kering cendana. Hal ini didukung oleh pendapatnya Darmawan dan Baharsyah, (1982) yang mengatakan bahwa pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai bertambah besarnya tanaman yang

dikuti oleh berat kering. Proses pertumbuhan tanaman terdiri dari pembelahan sel, pembesaran sel dan diferensiasi sel.

Pada umur 150 HST, bobot kering cendana lebih berat pada tanah Vertisol dari pada tanah Alfisol pada tanpa cekaman (C0), cekaman 1 hari (C1) dan 2 hari (C2), namun pada tanah Alfisol bobot kering cendana lebih berat pada cekaman 1 hari (C1) dan 2 hari (C2) di bandingkan dengan tanah Vertisol. Adanya peningkatan bobot kering pada tanah Alfisol maupun pada tanah Vertisol disebabkan karena pada kondisi ini daya ikat air dan hara oleh tanaman dalam keadaan optimal sehingga bobot kering pada cekaman ini menjadi lebih meningkat. Oleh karena kelebihan air pada tanah Alfisol maupun tanah Vertisol, maka pada tanpa cekaman (C0) bobot kering cendana menjadi tidak optimal. Namun pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4), baik pada tanah Alfisol maupun Vertisol peningkatan bobot kering menjadi menurun hal ini disebabkan pada kondisi ini terjadi kekurangan air karena adanya peningkatan cekaman.

Pada Tabel 5 di atas terlihat bahwa bobot kering cendana pada tanah Alfisol di lebih lebar cekaman 1 hari (C1) dibanding pada cekaman lainnya baik pada umur 90 dan 150 HST. pada tanpa cekaman (C0), terjadi kelebihan air sehingga bobot kering cendana menjadi tidak optimal. Akan tetapi, pada kondisi cekaman 1 hari (C1) bobot kering cendana menjadi optimal. Pemberian air dengan cekaman 1 hari (C1) menyebabkan kandungan air tanah dan hara tersedia bagi pertumbuhan dan peningkatan bobot kering. Pada kondisi air tanah yang baik menyebabkan pertumbuhan akar menjadi maksimal sehingga lebih banyak hara yang dapat diserap untuk peningkatan aktifitas fotosintesis. Hal ini menyebabkan bobot kering cendana pada cekaman 1 hari (C1) lebih berat dibandingkan pada cekaman lainnya. Pada cekaman 2 hari (C2), 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) kadar air tanah berkurang. Hal ini menyebabkan bobot kering cendana semakin sedikit dengan peningkatan cekaman air.

Pada tanah Vertisol akar cendana bobot kering lebih berat pada cekaman 2 hari C2 dibanding dengan cekaman lainnya baik pada umur 90 maupun 150 HST (Tabel 6) yang didukung oleh daya ikat air dan ketersediaan hara tanah Vertisol dibandingkan pada tanah Alfisol. Hal ini menyebabkan pada tanpa cekaman (C0) dan 1 hari (C1) di tanah Vertisol terjadi kelebihan air dan akibatnya ketersediaan O_2 menurun sehingga transpirasi akar terganggu dan

perpanjangan akar menjadi tidak optimal dan akan berdampak pada bobot kering cendana menurun. Berbeda dengan cekaman 2 hari (C2) ditanah Vertisol. Pada kondisi cekaman 2 hari (C2) kondisi air tanah optimal bagi pertumbuhan cendana dan adanya peningkatan bobot kering yang tinggi. Akan tetapi pada cekaman 3 hari (C3) dan 4 hari (C4) bobot kering cendana menjadi tidak optimal. Pada kondisi cekaman tersebut terjadi kekurangan air, kondisi kekurangan air dan hara akar cendana tidak dapat menyerap hara sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kerdil dan berakibat pada peningkatan bobot kering menjadi tidak optimal. Bobot basah atau segar tanaman pada suatu waktu akan mengalami layuan besar dalam status airnya, hal ini karena jaringan lebih tua seperti daun, batang atau hasil fotosintesis, dan keadaan ini juga dikatakan sebagai bobot kering tanaman (Fisher dan Goldworthy, 1996).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan beberapa hal yang antara lain :

1. Perlakuan tingkat cekaman air Alfisol dan Vertisol berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan yakni volume pemberian air, tinggi bibit (cm), diameter batang (mm), luas daun (cm²), luas permukaan akar (cm²), jumlah haustorium dan bobot kering (g).
2. Perlakuan tingkat volume air pada cekaman 1 hari (C1) tanah Alfisol maupun 2 hari (C2) pada tanah Vertisol memberikan tinggi bibit, diameter batang, luas daun, luas permukaan akar, jumlah haustorium dan bobot kering lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Kehutanan Kupang. 1992. **Perkembangan penelitian dan Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara**. Badan Penelitian Kehutanan. Kupang.
- Djuwansah M. R., Utomo, E. P. Dan Sastramihardja, T.P. 2001. **Potensi Sumberdaya Air Propinsi NTT Sebagai Penunjang Pengembangan Kawasan Cendana**. Berita Biologi Edisi Khusus, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Hal. 593-597.
- Fisher, M. N. dan P. R. Goldsworthy. 1996. **Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
-

- Fitter, A. H. 1976. **Effects of Nutrient Supply and Competition from Other Species on Root Growth of *Lolium perenne* in Soil**. Plant and Soil 45, 177-189.
- Islami, Titik dan W.H. Utomo. 1995. **Hubungan Tanah, ir dan Tanaman**. IKIP Semarang Press. Semarang. Hal 211 – 240.
- Kramer, P.J. 1980. **Plant and Soil Water Relationships**. Mc. Graw Hill Book Company. Inc. New York. 347 p.
- Kasim, M. 2008. **Pertumbuhan Semai Cendana (*Santalum album* L.) pada Berbagai Tingkat Kadar Air Tanah**. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Undana. Kupang.
- Mooy, L. M. 2008. **Pemanfaatan Kacang Turis (*Cajanus cajan* L.) dan Kelor (*Moringa oleifera* L.) Sebagai Inang Primer Bibit Cendana (*Santalum album* L.) pada Beberapa Ketersediaan Air Tanah Entisol dan Vertisol**. Thesis Magister Pertanian, Universitas Jember.
- Rahayu, S., A. H. Wawo., M. V. Noordwijk dan K. Hairiah. 2002. **Cendana Deregulasi Dan Strategi Pengembangannya**. Penerbit World Agroforestry Centre– ICRAF. Bogor.
- Rohadi, D., R. Maryani, M. Widyana and I. Azhar. 2002. **A Case Study of the Production to Consumption System of Sandalwood (*Santalum album*) in South Central Timor, Indonesia**. Sandalwood Research Newlwttter Issue 10.
- Surata, I. K. 1992a. **Perkembangan Penelitian Pembibitan dan Penanaman Cendana (*Santalum album* L) Di Nusa Tenggara Timur**. Makalah ini disampaikan pada seminar Nasional tentang status silvikultur di Indonesia saat ini. Universitas Gadjra Mada. Yogyakarta.
- 1992b. **Pengaruh Jenis Inang Terhadap Pertumbuhan Semai Cendana (*Santalum album* L)** Santalum 9 : 1-9
- Van Wambeke, A. 1992. **Soil of The Tropics**. Properties and Appraisal. McGraw-Hill. Inc, New York.
-