PENGARUH MACAM MEDIA TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI
Acacia mangium Willd.
(*The Influence of Media to Growth of Acacia mangium Willd. Seedlings*)

Oleh/By:

Nina Mindawati dan / and Enny Yusnita Susilo

ABSTRACT

Plantation of fast growing tree species Acacia mangium Willd. has been established to supply raw material for pulp and paper industry in Indonesia. This species is usually planted in infertile soils, therefore to produce good quality of tree, we have to use good quality of seedling. The availability of good seedling depend on kind and quality of media. One of the best media for seedlings is top soil, but the usage of top soil as a good media has been avoided due to destruction of soil structure as a environmental consideration. Therefore the alternative media for producing good seedling and also as substitute of top soil media have been investigated. A research on some media effect on growth of A. mangium seedling was conducted by completely randomized design and 9 (nine) kinds of media as treatment were implemented. The aim of this research is to determine the best growth media to enhance the quality of A. mangium seedlings. The results showed that growth media consist of compost of A. mangium litter and wan's pith (1 : 1) or (2 : 1) can be used as media for growing seedlings. The results indicated that seedling media as mentioned above enhance the A. mangium seedlings growth at nursery.

Key words: Growing species, Acacia mangium Willd., media, seedling

ABSTRAK

Penanaman jenis cepat tumbuh seperti jenis *Acacia mangium* Willd. telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri *pulp* dan kertas di Indonesia. Jenis ini biasanya ditanam pada lahan-lahan yang tidak subur (*marginal*) sehingga untuk menghasilkan pohon yang berkualitas, perlu penggunaan bibit yang baik. Penyediaan bibit yang berkualitas tergantung jenis dan kualitas media yang dipakai. Salah satu media semai yang baik adalah media dari tanah lapisan atas, namun penggunaan tanah lapisan atas sebagai media yang baik telah dihindari karena dikhawatirkan akan merusak lingkungan. Oleh karena itu perlu dicari alternatif dengan media yang dapat menggantikan media tanah. Penelitian pengaruh macam media terhadap pertumbuhan semai *A. mangium* telah dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan sembilan macam media semai, yang bertujuan untuk mengetahui media yang baik bagi pertumbuhan semai *A. mangium*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran kompos serasah *A. mangium* dengan *wan's pith* (1 : 1) ataupun dengan (2 : 1) dapat digunakan sebagai media semai sebelum ditanam ke lapangan karena dapat meningkatkan pertumbuhan semai *A. mangium* di persemaian.

Kata kunci : Jenis cepat tumbuh, *Acacia mangium* Willd., media, semai

I. PENDAHULUAN

Acacia mangium Willd. merupakan salah satu jenis cepat tumbuh yang telah dikembangkan secara luas di Indonesia dalam program pembangunan hutan tanaman industri, untuk memasok bahan baku industri *pulp* dan kertas pada industri kehutanan. Dalam upaya menjamin ketersediaan bahan baku tersebut, pemerintah sejak tahun 1984 telah mengalokasikan 1,4

juta ha kawasan hutan di Sumatera guna memproduksi kayu untuk bahan kertas dan mengembangkan hutan tanaman terutama jenis *A. mangium*, namun kemampuan menanam jenis tersebut rata-rata setiap tahunnya hanya berkisar 70.000-120.000 ha per tahun di Sumatera (Maturana, 2005).

Acacia mangium tidak membutuhkan persyaratan tumbuh yang tinggi, ia mampu tumbuh pada lahan yang miskin dan tidak subur, padang alang-alang, bekas

penebangan, tanah tererosi, berbatu-batu, tanah dengan pH rendah, serta mudah beradaptasi dengan lingkungan setempat (Retnowati, 1988).

Untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan jenis *A. mangium* secara optimal, perlu diperhatikan sumber bibit dan kondisi unsur hara yang terdapat pada tempat tumbuhnya. Kondisi unsur hara yang semakin menipis pada tanah bekas penebangan menyebabkan pemakaian tanah terutama *top soil* sebagai media semai di kehutanan sudah tidak banyak dilakukan lagi, sehingga perlu beralih ke media alternatif lain.

Dengan semakin majunya teknologi ilmu pengetahuan, mulai banyak dikembangkan media tanam yang bukan berasal dari tanah *top soil* tetapi dari bahan lain yang ketersediaannya di Indonesia masih berlimpah, seperti gambut, serbuk gergaji, sabut kelapa, dan sekam padi yang penggunaannya dapat dikombinasikan antar bahan di atas dengan komposisi tertentu. Bahan lain yang berpotensi untuk dijadikan media semai adalah limbah hutan berupa serasah (daun, ranting, cabang) yang jumlahnya melimpah dan dapat dijadikan kompos.

Di bidang kehutanan, pembuatan kompos dari limbah hutan bertujuan selain memanfaatkan limbah hutan itu sendiri, memperkecil pencemaran lingkungan, juga dapat sebagai substitusi tanah lapisan atas sebagai media yang ketersediaannya semakin rendah.

Penelitian mengenai pengaruh beberapa media semai dari kompos limbah hutan berupa serasah *A. mangium* yang dikombinasikan dengan bahan lain telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui media yang cocok dan dapat meningkatkan pertumbuhan semai *A. mangium* serta dapat digunakan sebagai pengganti media tanah lapisan atas yang ketersediaannya semakin rendah.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di persemaian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. Lokasi persemaian

secara geografis terletak pada 106°47'5" Bujur Timur dan 6°36' Lintang Selatan.

Menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951), daerah ini termasuk tipe iklim A, dengan rata-rata curah hujan 4.230 mm per tahun dan rata-rata jumlah hari hujan 225 hari per tahun. Temperatur maksimum rata-rata 30,4° C dan minimum rata-rata 21° C dengan kelembaban rata-rata 70 %. Sedangkan jenis tanahnya adalah latosol coklat kemerahan dengan bahan induk tuf vulkan intermedier.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa jenis media, yaitu kompos serasah *A. mangium*, serbuk gergaji, media tanam *wan's pith*, dan bibit *A. mangium* berumur 20 hari di bak kecambah. Sedangkan alat yang digunakan adalah *pottrays*, neraca sartorius, gunting, bak plastik, *thermohygrometer*, *califer*, penggaris, ember, dan lain-lain.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan penelitian di atas yang dicampur menjadi berbagai macam media semai berupa kompos serasah *A. mangium*, kompos campuran serasah *A. mangium* dengan serbuk gergaji dan media tanam *wan's pith*.

Kompos serasah *A. mangium* dan kompos campuran *A. mangium* dan serbuk gergaji (1:1) dibuat dengan menggunakan bahan efektif mikroorganisme 4 (EM4) sebanyak 2 ml yang dicampur dengan 2 ml molasis dan dilarutkan dalam satu liter air sebagai larutan fermentasi. Kemudian bahan kompos diaduk merata dan disiram dengan larutan fermentasi hingga kadar air mencapai sekitar 50 % (3 liter/10 kg bahan kompos), selanjutnya ditutup karung goni dan dilakukan penyiraman pada saat pembalikan sampai kompos matang selama 7 minggu dan telah mempunyai nilai C/N sekitar 25-28 (Mindawati *et al*, 2000).

Wan's pith merupakan media tanam 100% organik yang aman terhadap lingkungan, terbuat dari serbuk sabut kelapa yang telah mengalami proses pabrikasi dalam

bentuk bata (*brick*) dan telah dijual di pasaran. Pemakaian *wan's pith* dapat digunakan sebagai media atau campuran dengan media lain. Proses pencampuran *wan's pith* ini dengan kompos yang telah matang dilakukan dengan merendam *wan's pith* dalam air sampai lembek dan mencampurnya dengan kompos sesuai dengan perlakuan.

Respon yang diamati dalam penelitian ini adalah pertambahan tinggi dan diameter batang semai yang diukur setiap 2 minggu selama 3 bulan, berat kering total bibit yang dioven pada temperatur 105°C, nisbah pucuk akar (NPA) yang dilakukan pada akhir penelitian, dan analisis kimia media (pH, C, N, P, K, Ca, Mg, dan C/N) yang dilakukan di laboratorium tanah Seameo Biotrop, Bogor.

D. Rancangan dan Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Rangkap (RAL) (Steel and Torrie, 1979). Perlakuan yang digunakan adalah sembilan macam perlakuan media semai, yakni :

- A : tanah lapisan atas podsolik merah kuning (kontrol).
- B : kompos serasah *A. mangium*.
- C : kompos campuran serasah *A. mangium* dan serbuk gergaji (1:1).
- D : *wan's pith*.
- E : kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1).
- F : kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (2:1).
- G : kompos campur serasah *A. mangium* dengan serbuk gergaji (perlakuan C) dan *wan's pith* (1:1).
- H : kompos campuran serasah *A. mangium* dengan serbuk gergaji (perlakuan C) dan *wan's pith* (2:1).
- I : campuran dari kompos serasah *A. mangium*, kompos campuran serasah *A. Mangium* dengan serbuk gergaji dan *wan's pith* (1:1:1).

Tiap satuan percobaan terdiri dari 50 buah *potrays* yang berisi semai *A. mangium*, dengan ulangan sebanyak tiga kali tiap perlakuan yang dicobakan. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan antar perlakuan dilakukan uji beda melalui uji beda Duncan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengamatan pengukuran tinggi dan diameter batang semai, berat kering, dan nisbah pucuk akar (NPA) dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan hasil analisis sidik ragam serta uji beda Duncan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Dari Tabel 2 sidik ragam terlihat bahwa perlakuan macam media pada respon pertambahan tinggi semai menunjukkan perbedaan sangat nyata dan terhadap nisbah pucuk akar menunjukkan perbedaan nyata, sedang terhadap pertambahan diameter batang dan berat kering total tidak menunjukkan perbedaan. Dengan demikian uji beda Duncan hanya dilakukan pada pertambahan tinggi dan nisbah pucuk akar untuk mengetahui perbedaan perlakuan media yang berpengaruh (Tabel 3).

B. Pembahasan

Salah satu kriteria kualitas semai adalah karakteristik morfologi semai, di mana parameternya sangat mudah diamati dengan mata telanjang, kriteria umum yang dapat diamati adalah pertumbuhan tinggi, diameter batang, berat akar, dan ratio pucuk akar (Duryea and Landis, 1984).

Hasil penelitian pengaruh macam media terhadap pertumbuhan semai *A. mangium* memperlihatkan bahwa perlakuan jenis media berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi semai dan berbeda nyata terhadap nisbah pucuk akar *A. mangium*, tetapi tidak berbeda terhadap pertumbuhan diameter batang dan berat kering total *A. mangium*. Hasil uji beda menunjukan bahwa media E (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) menghasilkan pertambahan tinggi terbesar yakni 2,65 cm atau sama dengan meningkat sekitar 37,3 % diikuti oleh media F yaitu media dari kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (2:1) sebesar 2,50 cm atau sama dengan meningkat sekitar 29,5% jika dibanding media kontrol A (tanah podsolik merah kuning), sedangkan pertambahan diameter batang untuk perlakuan media E (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* 1:1) relatif sama dengan kontrol dan pertambahan diameter

Tabel (Table) 1. Rata-rata pertambahan tinggi, diameter batang, berat kering total, dan nisbah pucuk akar bibit semai *A. Mangium* pada umur sepuluh minggu (*The average of height and stem diameter increment, total dry weight, and top-root ratio of ten-week old A. mangium seedlings*)

Perlakuan (Treatment)	Pertambahan (Increment)		Berat kering (Dry weight) (gram)	Nisbah pucuk akar (Top root ratio)
	Tinggi (Height) (cm)	Diameter batang (Stem diameter) (mm)		
A	1,93	0,34	0,0879	3,89
B	1,70	0,27	0,0774	4,65
C	2,14	0,30	0,0745	3,95
D	2,38	0,37	0,0760	3,36
E	2,65	0,34	0,0918	4,37
F	2,50	0,35	0,0954	3,89
G	1,98	0,26	0,0732	3,85
H	2,18	0,30	0,0784	3,51
I	2,04	0,32	0,0857	3,83

Tabel (Table) 2. Sidik ragam pertambahan tinggi dan diameter batang dan rasio pucuk akar dan semai *A. mangium* pada umur sepuluh minggu (*Analysis of variance of height and stem diameter increment and top-root ratio of ten-week old A. mangium seedlings*)

Sumber keragaman (Source of variance)	F-hitung (F-calculate)			
	Pertambahan (Increment)		Nisbah pucuk akar (Top-root ratio)	Berat kering total (Total dry weight) (gram)
	Tinggi (Height) (cm)	Diameter batang (Stem diameter) (mm)		
Perlakuan (treatment)	3,41**	1,69tn	1,99*	1,26tn

Keterangan (Remark) :

* : nyata pada 95 % (*significant at 95 % level*)

** : sangat nyata pada 99 % (*highly significant at 99 % level*)

tn : tidak nyata (*not significant*)

Tabel (Table) 3. Uji Duncan pertambahan pertumbuhan tinggi dan nisbah pucuk akar dan semai *A. mangium* umur sepuluh minggu (*Duncan test of height increment and top root ratio of ten-week old A. mangium seedlings*)

Perlakuan (Treatment)	Pertambahan pertumbuhan tinggi rata-rata (Average of height increment)		Perlakuan (Treatment)	Rata-rata nisbah pucuk akar (Average of top-root ratio)	
	(cm)	(95 %)		(cm)	(95 %)
E	2,65	a	B	4,65	a
F	2,50	ab	E	4,37	ab
D	2,38	abc	C	3,95	abc
H	2,18	abcd	A	3,89	abc
C	2,14	bcd	F	3,89	abc
I	2,04	cd	G	3,85	abc
C	1,98	cd	I	3,83	bc
A	1,93	cd	H	3,51	c
B	1,70	d	D	3,36	c

Keterangan (Remark) : Harga rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (*Mean values which followed by the same letter indicate there are not significantly different*)

batang pada perlakuan media F (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* 2:1) terjadi peningkatan sebesar 2,9 % jika dibanding dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena pH media E yaitu campuran kompos *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) mempunyai nilai yang tinggi yaitu 5,7 dibanding perlakuan lain (Lampiran 1) yang berarti bahwa ketersediaan unsur hara yang larut dalam tanah lebih banyak pada media campuran kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith*.

Menurut Hakim, *et. al* (1986) pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh pH tanah, baik secara langsung maupun tidak langsung. Nilai pH tanah dengan sendirinya akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro N, P, K, Ca, Mg, dan unsur mikro serta kelarutan unsur yang beracun seperti Al dan Mn. Selain itu karena dalam pembuatan kompos serasah *A. mangium* menggunakan mikroorganisme (EM4) untuk penguraian bahan organiknya, maka kemungkinan besar mikroorganisme tersebut pada akhirnya akan terlibat dalam berbagai macam proses transformasi hara seperti nitrogen, fosfor, sulfur, besi, dan mangan, sehingga unsur tersebut dapat tersedia bagi tanaman (Alexander, 1977).

Hasil penelitian lainnya adalah media yang berbeda berpengaruh nyata terhadap nisbah pucuk akar. Perlakuan media B yaitu kompos serasah *A. mangium* memberikan pertumbuhan nisbah pucuk akar tertinggi (4,65) dan sama pengaruhnya dengan media lain (media A, C, E, F, G, I) kecuali berbeda pengaruhnya dengan media D (*wan's pith*) sebesar 3,36 dan media H (campuran dari kompos serasah *A. mangium* dan serbuk gergaji, dengan *wan's pith* (2:1) sebesar 3,51.

Menurut Alrasyid (1972), anakan yang siap dipindah ke lapangan harus mempunyai nisbah pucuk akar antara 2-5, untuk daerah *temperate* akan lebih baik jika nisbah pucuk akar mendekati 5, sedangkan untuk daerah tropika yang baik adalah yang nilai nisbah pucuk akarnya kecil mendekati 1.

Dengan demikian berdasarkan nisbah pucuk akar, maka media D (*wan's pith*) merupakan media yang paling kokoh jika dipindahkan ke lapangan yang kemudian

diikuti oleh media H (campuran kompos serasah dengan serbuk gergaji dan *wan's pith*), meskipun media ini terhadap respon lainnya kurang baik. Tanaman disebut normal jika terdapat keseimbangan antara bagian atas tanah berupa batang, cabang, dan daun dengan bagian di dalam tanah yaitu akar. Keseimbangan ini bukan berarti bahwa ukuran (panjang/ berat) di atas tanah harus sama dengan yang ada di bagian bawah tanah tetapi seimbang dalam proses fisiologisnya (Kozlowski, 1971 dalam Fandeli, 1979).

Hasil lainnya adalah bahwa jenis media tidak berpengaruh nyata secara statistik pertambahan diameter dan berat kering total, namun jika dilihat dari nilai rata-ratanya, maka media D (*wan's pith*), dan F (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* 2:1) dapat meningkatkan pertumbuhan diameter sebesar masing-masing 8,8 % dan 2,9 %, begitu juga media E (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* 1:1) dan F (kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* 2:1) dapat meningkatkan berat kering total semai lebih baik dibanding media kontrol yaitu media tanah lapisan atas podsolik merah kuning sebesar masing-masing 4,4 % dan 8,5 %. Berat kering total yang besar menunjukkan bahwa semai tersebut mampu menyerap unsur hara yang banyak dari media yang melalui proses metabolisme diubah dan disusun menjadi sel-sel baru, misalnya daun, batang, akar, dan sebagainya.

Dari hasil di atas terlihat bahwa media semai yang menggunakan kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) dan (2:1), kompos serasah *A. Mangium* dan *wan's pith* (2:1) menghasilkan pertumbuhan bibit yang baik untuk ditanam di lapangan. Hal ini disebabkan karena kompos mampu menyediakan unsur nitrogen sehingga dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sedangkan *wan's pith* mengandung 45-50 % karbon organik, lignin 65-70 %, dan bahan organik total 94-98 % dengan pH 5,4-6,8 sehingga dapat dipakai sebagai campuran media tanam seperti kompos, *top soil* atau media organik lainnya, dengan cara merendamnya terlebih dahulu dalam air sampai lembek, kemudian mencampurnya dengan bahan media lain. Menurut

Hendromono (1994) menyatakan bahwa media dari campuran gambut dan sabut kelapa (1:1) merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bibit dibanding media gambut murni atau sabut kelapa murni terutama untuk pertumbuhan bibit *Eucalyptus deglupta*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa *wan's pith* yang bahan dasarnya dari sabut kelapa juga lebih baik hasilnya jika dicampur dengan media lain dibanding *wan's pith* murni.

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa media campuran dari kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) dan (2:1) dapat digunakan sebagai media tumbuh semai dan sebagai pengganti media tanah lapisan atas podsolik merah kuning. Kelebihan media dari kompos serasah *A. mangium* ini dibanding tanah adalah lebih ringan dan mempunyai kapasitas penyimpan unsur hara yang tinggi. Namun demikian hasil ini belum ditinjau dari segi biaya, sehingga perlu penelitian lanjutan mengenai keperluan biaya dengan penggunaan media di atas.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pertumbuhan semai *A. mangium* terbaik dihasilkan pada media kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) dan (2:1), jika dibanding dengan media tanah lapisan atas podsolik merah kuning sebagai kontrol.
2. Media kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (1:1) dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi semai *A. mangium* sebesar 37,75 % (2,65 cm), berat kering total 4,4 % (0,0918 gram) dan nisbah pucuk akar sebesar 12,3 % (4,37) dan media kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* (2:1) meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 29,5 % (2,50 cm), pertambahan diameter batang 2,9 % (0,35 mm), dan berat kering total sebesar 8,5 % (0,0954), jika dibandingkan media tanah lapisan atas podsolik merah kuning sebagai kontrol.

B. Saran

1. Kompos serasah *A. mangium* dan *wan's pith* dapat digunakan sebagai salah satu

alternatif pengganti media tanah di persemaian dalam rangka penyediaan bibit untuk pembangunan HTI, tetapi penggunaan media semai dari kompos serasah *A. mangium* harus benar-benar telah matang sebelum digunakan, di mana kompos matang mempunyai nilai C/N di bawah 20.

2. Perlu penelitian lanjutan mengenai biaya tambahan akibat pemakaian media kompos serasah dan *wan's pith*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, H. 1977. Introduction to Soil Microbiology. Second edition, Wiley Eastern Limited. New Delhi Bangalore. Bombay Calcuta. p 140.
- Alrasyid, H. 1972. Teknik Persemaian dan Penanaman di Jepang. Laporan No.142. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor. hal 21-23.
- Duryea, M. L. and T. D. Landis. 1984. Forest Nursery Manual : Production of Bareroot Seedling. Martinus Nyhoof/W: Junk Publisher. The Haque Boston 97 p.
- Fandeli, C. 1979. Studi Besaran Angka *Top Root Ratio* Semai Sebagai Penunjuk Kualitas *Pinus merkusii* Jungh et De Vrise. Buletin Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada II:11-13. Yogyakarta.
- Hakim, N. Nyokpa, Lubis, Saul, A. Dida., G. B. Hong dan Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Pustaka Buana. Bandung. Hal 48-78.
- Hendromono. 1994. Kualitas dan Pertumbuhan Bibit *Eucalyptus deglupta* Blume pada Berbagai Jenis Media dan Kadar Air Media. Buletin Penelitian Hutan 562:17-27.
- Maturana, J. 2005. Biaya dan Manfaat Ekonomi dari Pengalokasian Lahan Hutan untuk Pengembangan Hutan Tanaman Industri di Indonesia. Center for International Forestry Research. Bogor. 24pp.

- Mindawati, N., H.L. Tata; Yana S. dan Syaffari K. 2000. Pembuatan Kompos dari Limbah Hutan dengan Bantuan EM4. Info Hutan 138:1-12. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Retnowati, E. 1988. Beberapa Catatan Tentang *Acacia Mangium* Willd. Jenis Potensial Untuk Hutan Industri. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kehutanan IV:24-26.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Type on Wet Dry Periode Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Verh. 42:1-77.
- Steel, R.G. and Torrie. 1979. Principle and Procedure of Statistic. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. 748 pp.