

PERTUMBUHAN DAN HASIL TEGAKAN *Eucalyptus grandis* DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI

SITI LATIFAH

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian
Universitas Sumatera Utara**

I. PENDAHULUAN

Dalam rangka rehabilitasi hutan, perbaikan lingkungan, dan peningkatan produksi kayu, Pemerintah telah menetapkan kebijaksanaan dan mendorong pembangunan hutan tanaman. Pembangunan hutan tanaman penting untuk dilaksanakan (Samsudi, 1990) dengan pertimbangan: Dengan hutan tanaman dapat diharapkan peningkatan produktivitas lahan; Masih luasnya tanah-tanah kosong, belukar, padang alang-alang yang terlantar tidak produktif dan tidak cocok untuk pertanian tetapi cocok untuk tanaman kehutanan; Jenis pohon tertentu dapat ditanam dengan teknik tertentu dan dapat menghasilkan produksi dan manfaat yang lebih tinggi bagi masyarakat dan negara.

Pengembangan Hutan Tanaman Industri (HTI) di PT. Toba Pulp Lestari Propinsi Sumatera Utara telah dilakukan sejak enam belas tahun yang lalu (Butar-Butar dan Tigor, 1995). Jenis utama yang ditanam adalah *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus grandis* dan *Eucalyptus saligna*. Selain itu juga terdapat jenis yang lain yaitu *Acacia mangium* yang dijadikan sebagai tanaman tepi jalan. Di Propinsi Sumatera Utara, sejalan dengan berdirinya industri pulp dan rayon PT. Inti Indorayon Utama Tbk yang sekarang telah berganti nama menjadi PT. Toba Pulp Lestari Tbk, sebagai upaya untuk penyediaan bahan baku kayu yang berkelanjutan Pemerintah telah memberikan areal konsesi seluas 269.060 Ha, yang terletak di Kabupaten Tapanuli Utara, Tobasa, Samosir, Humbang Hasudutan, Tapanuli Selatan, Dairi, dan Simalungun untuk dibangun hutan tanaman industri.

Hutan Tanaman Industri (HTI) dibangun pada umumnya kayunya digunakan untuk pemasok kebutuhan industri perkayuan, seperti *ply wood*, kayu gergajian, dan *pulp*. Produktivitas hutan tanaman dipengaruhi oleh iklim, tanah, fisiografi dan faktor pengelolaan. Kondisi tanah yang berpengaruh langsung terhadap vegetasi adalah komposisi fisik dan kimia tanah, kandungan air, suhu dan aerasi tanah (Toumey dan Korstian, 1959 dalam Butar-Butar dan Mas'ud, 1995).

Untuk perencanaan dan pengaturan produksi yang mantap perlu didukung oleh data hasil inventarisasi potensi yang akurat. Data yang di dapat dari hasil pengukuran dijadikan dasar untuk membuat model pertumbuhan dan hasil dari suatu tegakan. Model-model pertumbuhan dan hasil dapat dijadikan sebagai penunjang dalam perencanaan hutan. Proyeksi pertumbuhan membantu dalam penjadwalan dan pengelolaan hutan secara lestari, khususnya yang berhubungan dengan pelaksanaan kegiatan pemanenan.

Kelestarian hutan menjadi semakin penting ketika kebutuhan kayu terus meningkat, sedangkan kelestarian bahan baku baik kuantitas maupun kualitasnya semakin menurun seperti gambaran kondisi hutan di Indonesia pada saat ini. Tanpa adanya usaha nyata dari pihak terkait terutama Departemen

Kehutanan untuk menghentikan degradasi sumberdaya hutan yang terus berlangsung, potensi hutan tropis di Indonesia dikhawatirkan akan menurun tajam melampaui ambang kemampuan regenerasi secara alami. Kelestarian hasil akan tercapai bila hasil yang dipanen tidak melebihi kemampuan pertumbuhan hutan (riap tegakan). Oleh karena itu pendugaan riap maupun penggunaannya dalam menyusun model pertumbuhan menjadi sangat penting.

Untuk mendapatkan model pertumbuhan dan hasil tanaman *Eucalyptus grandis* maka dilakukanlah pendekatan melalui model pertumbuhan dan hasil tegakan. Melalui pendekatan ini didapatkan :

1. Model pendugaan pertumbuhan dan hasil pada hutan tanaman *Eucalyptus grandis*.
2. Riap rata-rata tahunan tanaman *Eucalyptus grandis*.
3. Riap rata-rata berjalan tanaman *Eucalyptus grandis*.
4. Daur optimal tanaman *Eucalyptus grandis*.

II. Keadaan Umum *Eucalyptus grandis*

Ciri Umum *Eucalyptus grandis*

Nama Botani dari *Eucalyptus grandis* adalah *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Eucalyptus grandis* adalah nama lain dari *Eucalyptus saligna* var. *pallidivalvis* Baker et Smith. Di dunia perdagangan sering disebut Flooded gum, rose gum.

Taksonomi dari *Eucalyptus grandis* sebagai berikut:

Divisio : *Spermathophyta*
Sub Divisio : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledon*
Ordo : *Myrtales*
Family : *Myrtaceae*
Genus : *Eucalyptus*
Species : *Eucalyptus grandis* (Ayensu *et.al*, 1980).

Tanaman *Eucalyptus* pada umumnya berupa pohon kecil hingga besar, tingginya 60-87 m. Batang utamanya berbentuk lurus, dengan diameter hingga 200 cm. Permukaan pepagan licin, berserat berbentuk papan catur. Daun muda dan daun dewasa sifatnya berbeda, daun dewasa umumnya berseling kadang-kadang berhadapan, tunggal, tulang tengah jelas, pertulangan sekunder menyirip atau sejajar, berbau harum bila diremas. Perbungaan berbentuk payung yang rapat kadang-kadang berupa malai rata di ujung ranting. Buah berbentuk kapsul, kering dan berdinding tipis. Biji berwarna coklat atau hitam. Marga *Eucalyptus* termasuk kelompok yang berbuah kapsul dalam suku *Myrtaceae* dan dibagi menjadi 7-10 anak marga, setiap anak dibagi lagi menjadi beberapa seksi dan seri (Sutisna dkk, 1998).

Penyebaran dan Habitat *Eucalyptus*

Marga *Eucalyptus* terdiri atas 500 jenis yang kebanyakan endemik di Australia. Hanya 2 jenis tersebar di wilayah Malesia (Maluku, Sulawesi, Nusa Tenggara dan Filipina) yaitu *Eucalyptus urophyllus* dan *Eucalyptus deglupta*. Beberapa jenis menyebar dari Australia bagian utara menuju Malesia bagian timur. Keragaman terbesar di daerah-daerah pantai New South Wales dan Australia bagian Baratdaya. Pada saat ini beberapa jenis ditanam di luar daerah penyebaran alami, misalnya di kawasan Malesia, juga di Benua Asia, Afrika

bagian Tropika dan Subtropika, Eropa bagian Selatan, Amerika Selatan dan Amerika Tengah (Sutisna dkk, 1998).

Hampir semua jenis *Eucalyptus* beradaptasi dengan iklim muson. Beberapa jenis bahkan dapat bertahan hidup di musim yang sangat kering, misalnya jenis-jenis yang telah dibudidayakan yaitu *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus deglupta* adalah jenis yang beradaptasi pada habitat hutan hujan dataran rendah dan hutan pegunungan rendah, pada ketinggian hingga 1800 meter dari permukaan laut, dengan curah hujan tahunan 2500-5000 mm, suhu minimum rata-rata 23⁰ dan maksimum 31⁰ di dataran rendah, dan suhu minimum rata-rata 13⁰ dan maksimum 29⁰ di pegunungan (Sutisna dkk, 1998).

Pemanfaatan *Eucalyptus*

Kayu *Eucalyptus* digunakan antara lain untuk bangunan di bawah atap, kusen pintu dan jendela, kayu lapis, bahan pembungkus, korek api, bubur kayu (*pulp*), kayu bakar. Beberapa jenis digunakan untuk kegiatan reboisasi. Daun dan cabang dari beberapa jenis *Eucalyptus* menghasilkan minyak yang merupakan produk penting untuk farmasi, misalnya untuk obat gosok atau obat batuk, parfum, sabun, detergen, disinfektan dan pestisida. Beberapa jenis menghasilkan gom (kino). Bunga beberapa jenis lainnya menghasilkan serbuk sari dan nektar yang baik untuk madu. Beberapa jenis ditanam sebagai tanaman hias (Sutisna dkk, 1998).

III. Pertumbuhan, Hasil dan Struktur Tegakan

Pertumbuhan dan Hasil Tegakan

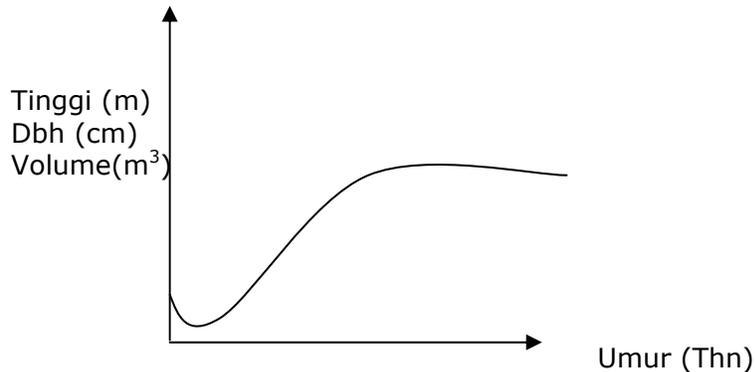
Menurut Davis and Jhonson (1987) pertumbuhan didefinisikan sebagai pertambahan dari jumlah dan dimensi pohon, baik diameter maupun tinggi yang terdapat pada suatu tegakan. Pertumbuhan ke atas (tinggi) merupakan pertumbuhan primer (*initial growth*), sedangkan pertumbuhan ke samping (diameter) disebut pertumbuhan sekunder (*secondary growth*).

Pertumbuhan tegakan didefinisikan sebagai perubahan ukuran dan sifat terpilih tegakan (dimensi tegakan) yang terjadi selama periode waktu tertentu, sedangkan hasil tegakan merupakan banyaknya dimensi tegakan yang dapat dipanen yang dikeluarkan pada waktu tertentu. Perbedaan antara pertumbuhan dan hasil tegakan terletak pada konsepsinya yaitu produksi biologis untuk pertumbuhan tegakan dan pemanenan untuk hasil tegakan. Pengelolaan hutan berada pada keadaan kelestarian hasil, apabila besarnya hasil sama dengan pertumbuhannya dan berlangsung terus-menerus. Dapat dikatakan bahwa jumlah maksimum hasil yang dapat diperoleh dari hutan pada suatu waktu tertentu adalah kumulatif pertumbuhan sampai waktu tersebut, sedangkan jumlah maksimum hasil yang dapat dipanen secara terus-menerus setiap periode sama dengan pertumbuhan dalam periode waktu tersebut (Davis and Jhonson, 1987).

Pertumbuhan terjadi secara simultan dan bebas dari bagian-bagian pohon dan dapat diukur dengan berbagai parameter seperti pertumbuhan diameter, tinggi, luas tajuk, volume dan sebagainya. Pertumbuhan dapat diukur dalam unit-unit fisik seperti volume, luas bidang dasar dan berat. Selain itu juga dapat diukur dalam bentuk nilai *variable of interest* (Davis and Jhonson, 1987).

Pola pertumbuhan tegakan antara lain dinyatakan dalam bentuk kurva pertumbuhan yang merupakan hubungan fungsional antara sifat tertentu

tegakan, antara lain volume, tinggi, bidang dasar, dan diameter dengan umur tegakan. Bentuk kurva pertumbuhan tegakan yang ideal akan mengikuti bentuk ideal bagi pertumbuhan organisme, yaitu bentuk signoid (Gambar 1). Bentuk umur kurva pertumbuhan kumulatif tumbuh-tumbuhan akan memiliki tiga tahap, yaitu tahap pertumbuhan eksponensial, tahap pertumbuhan mendekati linear dan pertumbuhan asimptotis (Davis *and* Jhonson, 1987).



Gambar.1. Grafik fungsi pertumbuhan

Manfaat Pertumbuhan Hutan

Pertumbuhan hutan dapat dilihat dalam terminologi potensi per unit area, dimana terdiri dari tingkat (level) yaitu:

- a. Level A, berupa pertumbuhan total berkayu yang meliputi semua cabang sampai ujung puncak pohon.
- b. Level B, berupa pertumbuhan bagian berkayu yang potensial dimanfaatkan oleh industri dengan teknologi yang ada pada saat tersebut.
- c. Level C, bagian berkayu aktual yang dipanen dari tegakan dan mencerminkan pembalakan yang ekonomis.

Tidak satu pun dari tingkatan di atas yang besarnya tetap dimana potensi pertumbuhan total dapat berubah oleh perlakuan tanah irigasi atau pemupukan. (Davis *and* Jonson, 1987).

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Pertumbuhan banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor tempat tumbuh seperti: kerapatan tegakan, karakteristik umur tegakan, faktor iklim (temperatur, presipitasi, kecepatan angin dan kelembaban udara), serta faktor tanah (sifat fisik, komposisi bahan kimia, dan komponen mikrobiologi tanah).

Diameter merupakan salah satu dimensi pohon yang paling sering digunakan sebagai parameter pertumbuhan. Pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis. Pertumbuhan diameter berlangsung apabila keperluan hasil fotosintesis untuk respirasi, penggantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi telah terpenuhi.

Pertumbuhan tinggi pohon dipengaruhi oleh perbedaan kecepatan pembentukan dedaunan yang sangat sensitif terhadap kualitas tempat tumbuh. Setidaknya terdapat tiga faktor lingkungan dan satu faktor genetik (*intern*) yang sangat nyata berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi yaitu kandungan nutrisi mineral tanah, kelembaban tanah, cahaya matahari, serta keseimbangan sifat genetik antara pertumbuhan tinggi dan diameter suatu pohon (Davis *and* Jhonson, 1987).

IV. Riap

Riap menurut Arief (2001) didefinisikan sebagai penambahan volume pohon atau tegakan per satuan waktu tertentu, tetapi ada kalanya juga dipakai untuk menyatakan penambahan nilai tegakan atau penambahan diameter atau tinggi pohon setiap tahun.

Riap tegakan dibentuk oleh pohon-pohon yang masih hidup di dalam tegakan, tetapi penjumlahan dari riap pohon ini tidak akan sama dengan riap tegakannya, karena dalam periode tertentu beberapa pohon dalam tegakan dapat saja mati, busuk atau beberapa lainnya mungkin ditebang. Sebagian besar pepohonan pada inventarisasi awal tumbuh naik ke kelas diameter berikutnya yang lebih besar (*upgrowth*). Pada kelas diameter kecil, penambahan pohon pada inventarisasi berikutnya berasal dari *ingrowth* yang tidak terhitung pada inventarisasi awal. Jumlah pohon dalam tegakan berkurang akibat kematian yang terjadi pada keseluruhan diameter, dimana laju kematian terbesar terjadi pada kelas diameter terkecil (Davis and Jhonson, 1987).

Ingrowth merupakan jumlah pohon baru yang masuk ke kelas pengukuran terkecil selama periode pengukuran. Kematian (*mortality*) adalah jumlah pohon pada setiap kelas pengukuran yang mati selama periode pengukuran, sedangkan pemanenan merupakan volume penebangan kayu selama periode pengukuran.

Berdasarkan komponen pertumbuhan ini, lima pengukuran riap yang berbeda selama periode pertumbuhan dalam didefinisikan oleh persamaan (Davis and Jhonson, 1987):

- a. Riap kotor termasuk *ingrowth* = $V_2 + M + C - V_1$
- b. Riap kotor dari volume awal = $V_2 + M + C - I - V_1$
- c. Riap bersih termasuk *ingrowth* = $V_2 + C - V_1$
- d. Riap bersih dari volume awal = $V_2 + C - I - V_1$

Keterangan:

- V1 = Volume dari pohon hidup pada periode pengukuran awal
V2 = Volume dari pohon hidup pada periode pengukuran akhir
M = Volume pohon yang mati selama periode pengukuran
C = Volume penebangan selama periode pengukuran
I = Volume *ingrowth* selama periode pengukuran

Untuk keperluan penelitian kehutanan yang menerapkan penjarangan dan pengurangan akibat kematian, rumus riap kotor dan volume awal adalah yang terbaik, sedangkan untuk monitoring keadaan sumberdaya hutan dapat menggunakan rumus penambahan bersih dalam tegakan persediaan. Bagi pemilik hutan yang secara sederhana ingin mengetahui berapa banyak kayu aktual yang dihasilkan dari hutannya sebaiknya menggunakan rumus riap bersih termasuk *ingrowth*. Ahli ekologi sistem yang tertarik tentang biomassa total yang memasukkan pohon-pohon berukuran kecil menggunakan rumus riap kotor termasuk *ingrowth* (Davis and Jhonson, 1987).

Riap dibedakan ke dalam riap tahunan berjalan (*Current Annual Increment, CAI*), riap periodik (*Periodic Increment, PI*), dan riap rata-rata tahunan (*Mean Annual Increment, MAI*). CAI adalah riap dalam satu tahun berjalan, PI adalah riap dalam satu waktu periode tertentu, sedangkan MAI adalah riap rata-rata (per tahun) yang terjadi sampai periode waktu tertentu

(Prodan, 1968). Ketiga bentuk riap ini mempunyai hubungan matematis sebagai berikut:

- a. CAI $= dVt/dt = V't$
- b. PI $t_{1-2} = Vt_2 - Vt_1$
- c. MAI $= Vt/t$

Dimana Vt adalah pertumbuhan kumulatif tegakan sampai umur t

Riap Individu Pohon

Yang termasuk dalam riap individu pohon adalah riap diameter, riap luas bidang dasar, riap tinggi dan riap volume. Riap diameter biasanya diwakili oleh riap diameter setinggi dada. Riap diameter merupakan salah satu komponen yang penting dalam menentukan riap volume. Riap diameter tiap tahun dapat diukur dari lebar antara lingkaran tahun tertentu. Sebagaimana diketahui, lingkaran tahun juga dapat dipakai untuk menghitung umur pohon. Riap bidang dasar juga mempunyai pengaruh yang besar terhadap volume pohon. Riap ini diperoleh dari riap radial atau riap diameter. Riap tinggi juga mempunyai peranan dalam perhitungan riap volume, terutama untuk tegakan yang masih muda. Ada 4 macam pendekatan yang dapat dipakai dalam menentukan riap tinggi, yaitu:

1. Menaksir atau mengukur panjang ruas tahunan.
2. Analisis tinggi (*height analysis*) terhadap pohon yang ditebang.
3. Mengukur pertambahan tinggi pohon selama periode waktu tertentu.
4. Menentukan riap tinggi dengan kurva tinggi.

Riap volume pohon adalah pertambahan volume selama jangka waktu tertentu. Dalam teori riap volume dapat ditentukan secara tepat dengan mengurangi volume pada akhir periode dengan volume pohon tersebut pada awal periode (Simon, 1996).

Riap Tegakan

Riap volume suatu tegakan bergantung pada kepadatan (jumlah) pohon yang menyusun tegakan tersebut (*degree of stocking*), jenis, dan kesuburan tanah. Riap volume suatu pohon dapat dilihat dari kecepatan tumbuh diameter, yang setiap jenis mempunyai laju (*rate*) yang berbeda-beda. Untuk semua jenis pada waktu muda umumnya mempunyai kecepatan tumbuh diameter yang tinggi, kemudian semakin tua semakin menurun sampai akhirnya berhenti. Untuk hutan tanaman biasanya pertumbuhan diameter huruf S karena pada mulanya tumbuh agak lambat, kemudian cepat lalu menurun. Lambatnya pertumbuhan diameter pada waktu muda disebabkan tanaman hutan ditanam rapat untuk menghindari percabangan yang berlebihan dan penjarangan yang belum memberi hasil (*tending thinnings*) (Simon, 1996).

Pohon tua dalam hutan alam mempunyai riap yang lebih rendah daripada pohon muda. Dalam sebuah penelitian diuraikan bahwa pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh kerapatan tegakan baik pada umur tua maupun pada umur muda. Diameter rata-rata suatu tegakan akan bertambah dengan bertambahnya jarak tanam. Pertambahan jarak tanam berarti kerapatan lebih rendah yang mengakibatkan diameter rata-rata lebih besar (Butar-Butar dan Sembiring, 1991).

Menurut Lal (1960) faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya riap suatu tegakan adalah sebagai berikut:

1. Tindakan Silvikultur

Di dalam hal ini tindakan silvikultur yang diutamakan adalah penjarangan. Hal ini mengingat tindakan penjarangan merupakan tindakan silvikultur yang sangat penting dalam pemeliharaan hutan. Dari penjarangan akan diperoleh dua keuntungan yaitu hasil kayu penjarangan dan hasil tegakan akhir yang baik.

Penjarangan adalah penebangan pada tegakan yang belum dewasa untuk menstimulir pertumbuhan pohon-pohon yang ditinggalkan dan menambah hasil keseluruhan dari material yang berharga dari tegakan (Hawley and Smith, 1960).

Menurut *Society of America Forester* (1950) dalam Manan (1976) tujuan dari penjarangan adalah untuk menaikkan kecepatan tumbuh pohon yang ditinggalkan, memperbaiki susunan, kesehatan, penghancuran serasah, dan menambah jumlah hasil. Sedangkan menurut Manan (1976) tujuan penjarangan terutama memberikan kemungkinan lebih banyak pertumbuhan pohon yang baik dengan menghilangkan pohon-pohon yang jelek yang tumbuh di sekitarnya. Oleh sebab itu dalam penjarangan dilihat kepada hasil langsung yang akan dikeluarkan tetapi merupakan keharusan tindakan silvikultur. Masalah silvikultur ini akan berhubungan dengan produksi kemudian hari.

2. Jenis

Setiap jenis pohon mempunyai sifat pertumbuhan yang berbeda-beda. Sebagian pohon mempunyai kecepatan tumbuh yang besar dan sebagian lagi cukup kecil. Pohon yang tumbuh lebih cepat akan mempunyai riap yang lebih besar dibandingkan dengan pohon-pohon yang mempunyai kecepatan tumbuh yang lebih kecil.

3. Kualita Tempat Tumbuh

Kualita tempat tumbuh adalah ukuran tingkat kesuburan tanah untuk dapat menunjukkan produksi tanah, guna menghasilkan volume kayu jenis tertentu. Kualita tempat tumbuh akan mempengaruhi pertumbuhan pohon. Pohon-pohon yang tumbuh pada tanah yang subur akan memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang tumbuh di tanah yang kurang subur.

V. Model Penduga Parameter Pohon

Model Pendugaan Volume Pohon

Salah satu perangkat untuk membantu pendugaan massa tegakan dalam kegiatan inventarisasi tegakan adalah tersedianya tabel volume pohon yang disusun berdasarkan model pendugaan volume yang tepat dan akurat. Terdapat beberapa metode/cara untuk menduga volume pohon berdiri, diantaranya adalah menggunakan angka bentuk batang dan menggunakan model persamaan matematis. Pendugaan volume pohon berdiri menggunakan angka bentuk batang cukup praktis namun sering menghasilkan penyimpangan hasil dugaan yang cukup tinggi, sehingga cara kedua yang banyak digunakan di dalam lapangan dalam menduga volume pohon berdiri karena terbukti telah tepat dan akurat (Hendromono dkk, 2003).

Model Pertumbuhan Tegakan

Pertumbuhan dan hasil suatu tegakan merupakan indikator keberhasilan dari manajemen pembangunan suatu hutan tanaman. Pertumbuhan dan hasil tegakan sangat bersifat *site spesific*, oleh karena itu pemantauan pertumbuhan dan hasil suatu tegakan mutlak harus dilakukan di setiap lokasi pembangunan

hutan melalui pembuatan PUP yang secara terus-menerus di lakukan pengukuran ulang.

Pertumbuhan suatu tegakan merupakan resultante dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah sifat/genotype dari jenis yang bersangkutan, sedangkan faktor eksternal mencakup kualitas tempat tumbuh ,kondisi persaingan dan perlakuan silvikultur yang diberikan. Penelitian mengenai pertumbuhan dan hasil pada hutan tanaman sudah banyak dilakukan. Misalnya Pertumbuhan dan hasil pada tegakan seumur dan tegakan tidak seumur. Biasanya jenis tertentu yang sudah banyak dikembangkan. Jenis tersebut adalah *A. mangium*, *E. urophylla* (Hendromono dkk, 2003).

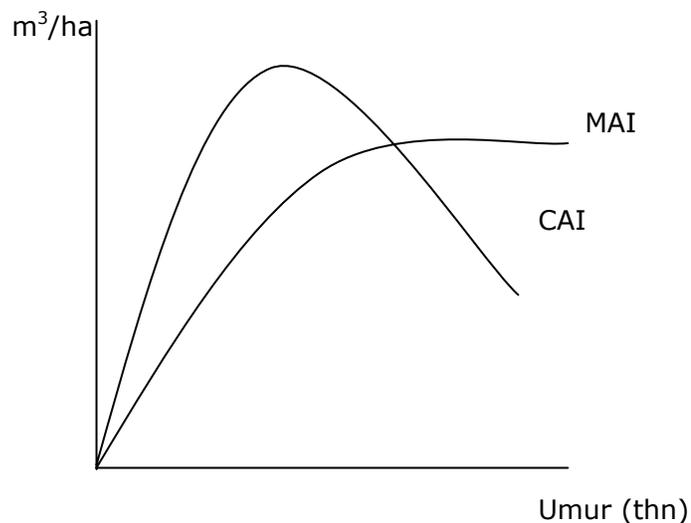
Penentuan Daur Optimal Tegakan

Untuk mendapatkan daur volume yang optimal dapat diperoleh dengan cara memotongkan antara grafik/kurva riap rata-rata tahunan (MAI) dengan grafik/kurva riap berjalan (CAI) seperti pada gambar 2 (Hendromono dkk, 2003).

Dalam pengelolaan hutan kedua grafik ini mempunyai arti yang penting. Manipulasi perlakuan tegakan melalui penelitian untuk memperoleh riap tegakan maksimal, baik CAI maupun MAI, masih memberi peluang yang besar untuk meningkatkan nilai manfaat dari hutan (Simon, 1996).

Menurut Avery (1952) grafik hubungan antara riap berjalan tahunan (CAI) dengan riap rata-rata tahunan (MAI) mempunyai karakteristik yaitu:

1. Kurva riap berjalan (CAI) mencapai puncak secara cepat dan menurun secara cepat, jika dibandingkan dengan kurva riap rata-rata tahunan (MAI) yang mencapai puncak secara perlahan-lahan dan menurun secara perlahan - lahan.
2. Titik potong antara CAI dan MAI merupakan saat pemanenan yang paling efisien untuk mendapatkan produksi maksimum. Hal ini disebabkan setelah titik potong tersebut kedua kurva akan menurun yang berarti riap akan terus menurun.



Gambar.2.Grafik CAIdan MAI

VI. Analisis Model penduga Parameter Tegakan

Apabila data tinggi dan diameter sudah diukur oleh pengelola hutan tanaman industri maka parameter pertumbuhan dihitung dan disusun model penduganya adalah:

1. Volume Pohon

Volume pohon ditentukan dengan menggunakan rumus umum (Simon, 1996) sebagai berikut:

$$V_t = \frac{1}{4} \pi D^2 \times H \times 0,56$$

Dimana :

- D = Diameter setinggi dada
- H = Tinggi
- π = 3.14
- F = Angka bentuk 0,56 (Darwo, 1997).

2. Riap Rata-Rata Tahunan (*Mean Annual Increment/MAI*)

Perhitungan riap rata-rata tahunan berdasarkan rumus Marsono (1987) sebagai berikut:

- MAI diameter = $\frac{Dbh}{Umur} (cm / thn)$
- MAI tinggi = $\frac{Tinggi}{Umur} (m / thn)$
- MAI volume = $\frac{Volume}{Umur} (m^3 / thn)$

3. Riap Tahunan Berjalan (*Current Annual Increment/CAI*)

Perhitungan riap tahunan berjalan berdasarkan rumus Prodan (1968) sebagai berikut:

- CAI diameter = $\frac{D_{n+1} - D_n}{T_{n+1} - T_n} = \frac{\Delta D}{\Delta T}$
- CAI tinggi = $\frac{H_{n+1} - H_n}{T_{n+1} - T_n} = \frac{\Delta H}{\Delta T}$
- CAI volume = $\frac{V_{n+1} - V_n}{T_{n+1} - T_n} = \frac{\Delta V}{\Delta T}$

4. Model Pertumbuhan

Model pertumbuhan disusun berdasarkan hubungan antara diameter, tinggi dan volume dengan umur tegakan. Beberapa model pertumbuhan yang dapat digunakan antara lain :

a. Model Diameter

- D = $a T e^{-kT}$ (Prodan, 1968)
- Ln D = $a + b (1/T)^c$ (Hendromono dkk, 2003)
- D = $b_0 + b_1 T^{-1} + b_2 N^{-1}$ (Wiroatmodjo, 1984)

b. Model Tinggi

- H = $aT^2 e^{-kT} m$ (Prodan, 1968).
- Ln H = $a + b + (1/T)$ (Hendromono dkk, 2003)
- H = $b_0 + b_1 T^{-1} + b_2 N^{-1}$ (Wiroatmodjo, 1984)

c. Model Volume

- V = $a D^2 H^2$ (Myers , 1972).

- $V = b_0 + b_1 T^{-1} + b_2 N^{-1}$ (Wiroatmodjo, 1984)
- $V = b_0 + b_1 (D^2 H)$ (Spuur, 1952 dan Barnard, 1973)

Ada pun simbol yang dimaksudkan pada rumus persamaan di atas adalah sebagai berikut:

D = Diameter

H = Tinggi

V = Volume

T = Umur

N = Jumlah pohon

a,b,c,k = Konstanta

e = 2,718

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan melihat dari R^2 yang terbesar, MSE yang terkecil dan plot residual yang tidak berpola.

DAFTAR PUSTAKA

- Butar-Butar, T dan S. Sembiring. 1991. Riap rata-rata dan riap berjalan diameter selama 5 tahun terakhir hutan tanaman *Shorea platyclados* di Purba Tengah, Sumatera Utara. Buletin Penelitian Kehutanan volume 7 No.1 April 1991. BPK Pematang Siantar.
- Butar-Butar dan Mas'ud. 1995. Studi pendahuluan riap rata-rata tahunan dan riap berjalan tahunan tanaman *Eucalyptus urophylla* umur 4 tahun dan 6 tahun di Aek Nauli, Sumatera Utara. Buletin Penelitian Kehutanan volume 11 No.2 Juli 1995. BPK Pematang Siantar.
- Davis, L.S and K. N. Jhonson. 1987. Forest Management. Mc Graw-Hill Book Company. Newyork.
- Darwo. 1997. Evaluasi hasil inventarisasi tegakan *Eucalyptus urophylla* di HTI PT Inti Indo Rayon Utama, Sumatera Utara. Konifera No.1/Thn XIII/April/1997. Buletin Penelitian Kehutanan. Pematang Siantar.
- Hendromono, Nina. M., Djokowahyono. 2003. Review Hasil Litbang. Status IPTEK Yang mendukung Pembangunan Hutan Tanaman. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konversi Alam. Bogor.
- Husch,B. 1987. Perencanaan Inventarisasi Hutan. Penerjemah Agus Setyarso. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Lal, A.B, . 1960. Silviculture System and Forest Management. Jugal Kishore and Co. India.
- Manan, S. 1976. Silvikultur. Lembaga Kerjasama Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Marsono. 1987 dalam Darwo dan Mas'ud 1993. Pendugaan riap tahunan rata-rata dan potensi volume sungkai di Propinsi Riau. Buletin Penelitian Kehutanan volume 9 No 4 Desember 1993.
- Prodan, M. 1968. Forest Biometrics. Pergamon Press. Oxford. London.
- Samsudi. 1990. Mengharap peningkatan produksi kayu dari hutan alam. Majalah Silvika No.15/III/1990. Pusat Diklat Pegawai Kehutanan Departemen Kehutanan. Bogor.
- Simon, H. 1996. Metode Inventore Hutan. Edisi 1. Cetakan 2. Aditya Media. Yogyakarta.
- Sutisna, U., T. Kalima dan Purnadjaja. 1998. Pedoman Pengenalan Pohon Hutan di Indonesia. Disunting oleh Soetjipto, N.W dan Soekotjo. Yayasan PROSEA Bogor dan Pusat diklat Pegawai & SDM Kehutanan. Bogor.
- Wiroatmodjo, P. 1984. Model Perhitungan Pertumbuhan dan Hasil Kayu Bulat Tanaman *Pinus merkusii* di Jawa. Disertasi Doktor Pada Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak diterbitkan.