

Model Pendugaan Volume Batang Kelapa Sawit dan Faktor Bentuk Batang Peremajaan Kebun Kelapa Sawit

Erwinsyah

ABSTRAK

Berbagai upaya pemanfaatan batang sawit saat ini semakin meningkat seiring dengan semakin beragamnya jenis produk berbahan baku kayu di pasaran namun ketersediaan bahan kayu hutan semakin menurun. Batang sawit merupakan salah satu limbah padat dari kebun kelapa sawit yang diperoleh pada peremajaan kebun kelapa sawit saat umur tanaman sekitar 25 sampai 30 tahun. Berdasarkan luas areal kebun kelapa sawit pada kurun waktu 1990 s.d. 2000, diketahui bahwa luas pertambahan areal kelapa sawit rata-rata mencapai lebih dari 300.000 hektar per tahun atau terdapat lebih dari 20 juta ton batang segar setiap tahunnya (Dirjenbun, 2014) dan diproyeksikan akan terus meningkat seiring dengan pertambahan luas areal kebun. Untuk itu diperlukan data dan informasi tentang potensi masa tegakan sawit karena data tersebut secara langsung berkaitan dengan besarnya nilai produksi yang dapat diperoleh saat penebangan tanaman sawit. Selanjutnya untuk mengetahui volume suatu batang sawit atau tegakan diperlukan pendugaan volume yang memiliki akurasi tinggi melalui teknik pemodelan integrasi fungsi taper dan analisis statistik dengan memperhitungkan faktor bentuk batang. Berdasarkan hasil pemodelan pendugaan volume batang kelapa sawit, model persamaan yang memiliki keterandalan paling tinggi adalah $(d/D) = 1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3$, $R^2 = 81,6\%$ dengan nilai faktor bentuk 0,711 pada ketinggian batang 0-14 meter. Berdasarkan pengelompokan tinggi batang diketahui bahwa peluang penggunaan batang sawit sesuai ketinggian

batang memiliki potensi cukup besar karena sebarannya terkonsentrasi pada satu kelompok ketinggian yaitu tinggi batang 10-13 meter dengan persentase mencapai 69%. Kondisi ini juga akan memberikan kemudahan kepada pihak pengguna dalam pemanfaatan batang terkait dengan kegiatan penebangan dan transportasi.

Kata Kunci: pemodelan, volume batang, kelapa sawit, peremajaan, integrasi, taper, faktor bentuk.

PENDAHULUAN

Ketersediaan dan keberlanjutan sumber bahan baku dalam suatu proses produksi merupakan faktor penting yang perlu diketahui secara ril karena hal ini akan menentukan jumlah kapasitas produksi yang akan dipasang. Dalam upaya pemanfaatan batang kelapa sawit, penentuan potensi tegakan batang sawit pada suatu areal kebun menjadi sangat penting untuk diketahui guna menentukan ketersediaan batang sawit yang dapat digunakan sebagai bahan baku. Berbagai upaya pemanfaatan batang sawit saat ini semakin meningkat seiring dengan semakin beragamnya jenis produk berbahan baku kayu di pasaran namun ketersediaan bahan kayu hutan semakin menurun.

Batang sawit merupakan salah satu limbah padat dari kebun kelapa sawit yang diperoleh saat peremajaan kebun kelapa sawit dengan umur tanaman sekitar 25 sampai 30 tahun (Hartley, 1988). Berdasarkan luas areal kebun kelapa sawit pada kurun waktu 1990 s.d. 2000 (Dirjenbun, 2014) dan dengan asumsi bahwa (1) terjadi pengurangan jumlah tanaman selama masa produksi 10% (Corley and Tinker, 2003); (2) volume per batang $1,6\text{m}^3$ dengan kadar air batang segar sekitar 300%, (3) densitas batang 0,35 ton per m^3 (Erwinsyah, 2008) diketahui bahwa luas pertambahan areal kelapa sawit rata-rata mencapai lebih dari 300.000 hektar per tahun atau terdapat lebih dari 61,8 juta m^3 batang setiap tahunnya yang setara dengan 5,4 juta ton bobot batang kering dan diproyeksikan akan terus meningkat seiring

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Erwinsyah (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: erwinsyahmail@yahoo.com

dengan pertambahan luas areal kebun (Erwinsyah dan Bagus, 2014).

Saat ini pemanfaatan batang sawit secara komersial masih sangat terbatas bahkan pada umumnya batang sawit dari kegiatan peremajaan dibiarkan melapuk secara alami di areal perkebunan (Bakar *et. al.*, 1999). Teknik yang biasa diterapkan untuk mempercepat proses pelapukan yaitu dengan pencincangan atau pencacahan batang. Keterbatasan ini disebabkan oleh karakteristik alami batang sawit yang mudah mengalami pelapukan, memiliki struktur kayu yang berbeda dengan kayu hutan, dan memiliki sifat fisik dan mekanik yang berbeda pada ketinggian dan kedalaman batang tertentu sehingga mudah mengalami cacat kayu pada proses pengeringan (Erwinsyah, 2008). Namun dilain pihak, ketersediaan dan potensi limbah padat ini sangat melimpah dan batang sawit memiliki bentuk yang lurus dan seragam serta tidak memiliki mata kayu.

Perhitungan potensi masa tegakan sawit umumnya dilakukan dengan cara penjumlahan volume batang sawit penyusun tegakan pada suatu areal yang akan diremajakan. Perhitungan volume batang sawit dapat dilakukan berdasarkan variabel diameter dan tinggi atau panjang batang (Bowyer, *et. al.*, 2004). Selanjutnya untuk mengetahui volume suatu batang sawit atau tegakan diperlukan pendugaan volume yang memiliki akurasi tinggi. Dalam hal ini diperlukan suatu pemodelan untuk menghitung volume tegakan sawit yang dapat digunakan pada berbagai ketinggian batang. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan model pendugaan volume tegakan batang sawit melalui teknik pemodelan integrasi fungsi taper dengan memperhitungkan faktor bentuk batang untuk mendapatkan nilai pendugaan yang tepat dengan tingkat akurasi tinggi. Fungsi taper disusun berdasarkan hubungan fungsional antar diameter batang relatif dengan tinggi batang relative (Husch *et. al.*, 2003 dan Laar *et. al.*, 2007).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Pengambilan contoh batang sawit untuk pendugaan volume batang sawit di Kebun Bukit Sentang, Sumatera Utara. Jumlah tanaman sawit yang diukur sebanyak 797 batang dari areal kebun sekitar 6 hektar tahun tanam 1987. Adapun alat ukur yang digunakan antara lain meteran, kaliper dan timbangan.

Metodologi

Dalam penyusunan model pendugaan volume tegakan batang sawit didasarkan atas penjumlahan volume seksi batang dengan mengintegrasikan variabel diameter dan tinggi batang sawit pada umur 25 sampai 30 tahun melalui pengukuran batang sawit (diameter & tinggi dengan panjang seksi 50-100 cm), pemodelan dan analisis data yang terdiri atas perhitungan nilai diameter dan tinggi relatif, volume batang, hubungan kedua variabel tersebut, penyusunan persamaan taper, pengujian panjang seksi batang dan faktor bentuk batang sawit. Analisis statistika dilakukan dengan menggunakan program SPSS.

Model pendugaan volume batang dengan persamaan integrasi taper memuat variabel yang selanjutnya diintegrasikan untuk menghasilkan dugaan volume batangnya. Persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan peubah tak bebas berupa diameter relatif $((d/D)$ dan $(d/D)^2$) dengan peubah bebas berupa tinggi relatif $((h/H)$, $(h/H)^2$, dan $(h/H)^3$) pada dua kelompok ketinggian yaitu 0-14 dan 1-14 meter.

Model persamaan volume dianalisa adalah sebagai berikut:

1. $(d/D) = f\{(h/H)\}$
2. $(d/D) = f\{(h/H), (h/H)^2\}$
3. $(d/D) = f\{(h/H), (h/H)^2, (h/H)^3\}$
4. $(d/D)^2 = f\{(h/H)\}$
5. $(d/D)^2 = f\{(h/H), (h/H)^2\}$
6. $(d/D)^2 = f\{(h/H), (h/H)^2, (h/H)^3\}$

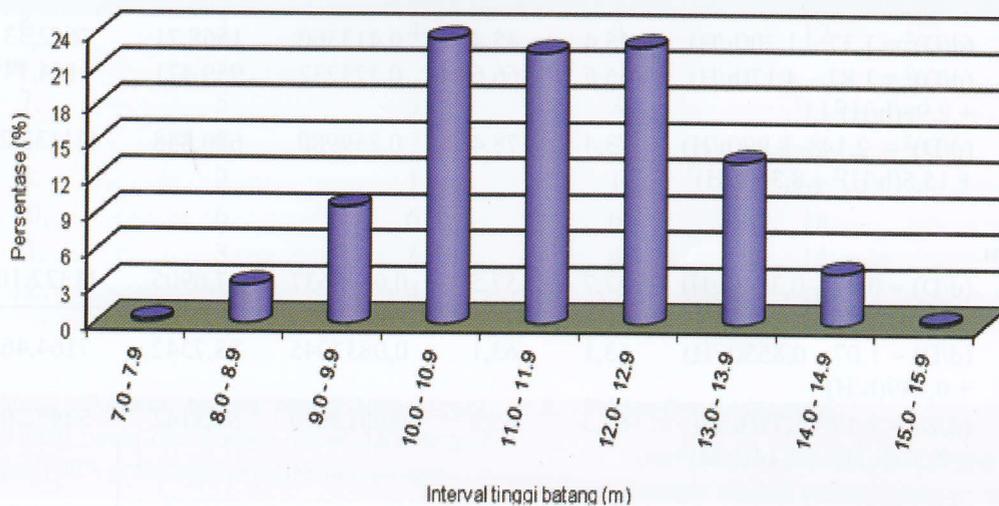
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelapa sawit sebagai tanaman monokultur ditanam dengan jarak tanam yang umum (9x9 meter) dengan kerapatan 143 pohon per hektar kaidah-kaidah budidaya kelapa sawit (Corley, 2003), sehingga dalam pertumbuhannya tanaman ini memiliki bentuk dan pertumbuhan yang relatif seragam termasuk bentuk, diameter dan tinggi batang. Dalam upaya pendugaan volume batang sawit untuk digunakan sebagai bahan baku produk berbasis serat dan kayu, pada studi ini dilakukan pendekatan perhitungan pendugaan volume yang biasa diterapkan pada tanaman kayu monokultur, seperti pinus (*pinus merkusii*).

Pendugaan volume batang sawit menjadi sangat penting khususnya dalam upaya pemanfaatan material ini pada skala industri, misalnya sebagai bahan baku bangunan dan furnitur (Bakar, 1999). Dengan data volume batang yang mendekati nilai riil dapat menjadi acuan dalam penentuan kapasitas pabrik, jenis alat dan mesin serta rencana panjang perusahaan. Untuk itu beberapa analisis data terkait batang sawit dikaji dengan pendekatan matematika melalui pengolahan data secara statistika.

1. Sebaran Tinggi Batang Sawit

Berdasarkan hasil analisis data terhadap sebaran diameter dan panjang seksi batang tanaman umur 28 tahun diketahui bahwa batang sawit yang memiliki tinggi sekitar 10 s.d. 13 meter mencapai lebih dari 69% sedangkan yang > 13 meter sekitar 18% dan < 10 meter hanya 13 %. Data selengkapnya tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik sebaran diameter batang sawit pada ketinggian 1,3 meter (dbh)

Berdasarkan Gambar 1 tinggi batang sawit dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu batang yang memiliki panjang 10-13 meter; lebih dari 13 meter dan kurang dari 10 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa peluang penggunaan batang sawit sesuai ketinggian batang memiliki potensi cukup besar karena sebarannya terkonsentrasi pada satu kelompok ketinggian yaitu tinggi batang 10-13 meter dengan persentase mencapai 69%. Kondisi ini juga akan memberikan kemudahan kepada pihak pengguna dalam pemanfaatan batang terkait dengan kegiatan penebangan dan transportasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa diameter dan panjang rata-rata batang sawit masing-masing sebesar 53,5 cm dan 10,5 meter.

2. Model Persamaan Pendugaan Volume Batang Sawit

Dalam penyusunan model persamaan pendugaan volume batang sawit digunakan peubah tak bebas diameter relatif dan tinggi relatif. Untuk diameter relatif, bentuk peubah tak bebas diameter relatif yang digunakan yaitu (d/D) dan $(d/D)^2$, sedangkan untuk tinggi relatif (h/H) ; $(h/H)^2$ dan $(h/H)^3$. Model persamaan pendugaan volume batang dianalisa dalam dua kelompok pengukuran ketinggian yakni 0 – 14 meter dan 1 – 14 meter. Hal ini dilakukan karena bentuk alami batang sawit cenderung membesar pada bagian pangkal batang yang disebabkan oleh pertumbuhan akar serabut. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk batang terhadap volume batang, khususnya karena pengaruh bentuk pada bagian

Tabel 1. Hasil analisis statistik terhadap model persamaan volume batang sawit dengan dua kelompok pengukuran tinggi batang (0-14m dan 1-14m).

No.	Model	R ² (%)	R ² adj. (%)	S	PRESS	F-Hitung
0-14m						
1.	$(d/D) = 1,14 - 0,602(h/H)$	55,5	55,5	0,169357	263,314	11455,16
2.	$(d/D) = 1,33 - 1,82(h/H) + 1,22(h/H)^2$	72,9	72,9	0,132260	160,623	12325,97
3.	$(d/D) = 1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3$	81,6	81,6	0,109026	109,161	13535,43
4.	$(d/D)^2 = 1,37 - 1,20(h/H)$	45,4	45,4	0,413360	1568,71	7642,33
5.	$(d/D)^2 = 1,82 - 4,17(h/H) + 2,96(h/H)^2$	66,6	66,6	0,323232	959,471	9164,74
6.	$(d/D)^2 = 2,14 - 8,99(h/H) + 15,5(h/H)^2 - 8,30(h/H)^3$	78,4	78,4	0,259980	620,848	11113,82
1-14m						
7.	$(d/D) = 0,975 - 0,364(h/H)$	57,7	57,5	0,0898637	67,6905	11322,10
8.	$(d/D) = 1,07 - 0,855(h/H) + 0,449(h/H)^2$	63,1	63,1	0,0837045	58,7342	7164,46
9.	$(d/D) = 1,17 - 1,71(h/H) + 2,32(h/H)^2 - 1,14(h/H)^3$	65,3	65,2	0,0812279	55,3142	5245,20
10.	$(d/D)^2 = 0,942 - 0,586(h/H)$	56,8	56,8	0,146843	180,749	11018,44
11.	$(d/D)^2 = 1,14 - 1,56(h/H) + 0,892(h/H)^2$	65,3	65,3	0,131681	145,361	7871,63
12.	$(d/D)^2 = 1,33 - 3,27(h/H) + 4,62(h/H)^2 - 2,27(h/H)^3$	68,5	68,5	0,125353	131,735	6080,26

Keterangan: R²=koefisien determinasi; R² adj=korfisien determinasi terkoreksi; s=simpangan baku; nilai PRESS dan F-hitung dengan menggunakan seluruh pengukuran. Jumlah batang yang diukur sebanyak 797 batang sawit setelah replanting.

pangkal. Untuk mengurangi bias dan kesalahan pendugaan volume maka dilakukan juga pengukuran awal pada ketinggian 1 meter.

Berdasarkan analisis statistik pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa tingkat ketelitian dan keamatan hubungan antara peubah bebas dan tak bebas dilihat dari nilai koefisien determinasi (R² dan R² adj). Model Persamaan 3 (MP-3) memiliki nilai koefisien determinasi R² dan R² adj yang sama, yaitu sebesar 81,6%. Artinya bahwa peubah bebas (tinggi batang relatif) dari MP-3 dapat menjelaskan peubah tak bebasnya (diameter relatif) senilai 81,6% untuk R² dan R² adj.

Selain dari nilai koefisien determinasi, kelayakan dan keterandalan model dapat dilihat dari nilai simpangan baku terkecil. MP-9 memiliki nilai terkecil dibandingkan model persamaan lainnya, yaitu sebesar 0,0812279. Selanjutnya untuk ketepatan model yang dikaji dapat dilihat dari nilai PRESS terkecil. Nilai PRESS terkecil dimiliki oleh MP-9 dengan nilai sebesar 55,3142 sehingga persamaan ini mempunyai ketepatan paling tinggi dibanding persamaan lainnya.

Dalam pengujian keberartian model persamaan dapat dikaji melalui pengujian semua peubah bebas dalam menduga peubah tak bebasnya dengan melihat nilai F-Hitung dengan tingkat ketelitian 5% dan 1%. Berdasarkan perbandingan nilai F-Tabel

Tabel 2. Model persamaan pendugaan volume batang sawit berdasarkan peringkat dari hasil uji nilai parameter-parameter pengujian (n=797).

Model	Parameter			Jumlah Nilai	Peringkat
	R ² adj. (%)	s	PRESS		
0-14m					
1.	5	3	4	12	4
2.	2	2	3	7	2
3.	1	1	1	3	1
4.	6	6	2	14	5
5.	4	5	6	15	6
6.	3	4	5	12	3
1-14m					
7.	5	3	3	11	4
8.	4	2	2	8	2
9.	2	1	1	4	1
10.	6	6	6	18	6
11.	3	5	4	12	5
12.	1	4	5	10	3

dan F-Hitung diketahui bahwa nilai F-Hitung yang diperoleh lebih besar dari pada F-Tabel pada tingkat kepercayaan 99% untuk semua model persamaan.

Tahap selanjutnya dalam penentuan model persamaan pendugaan volume batang sawit dilakukan pemeringkatan berdasarkan nilai parameter-parameter yang diuji, seperti tersaji pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pemeringkatan model persamaan, untuk kelompok 0-14 meter diketahui bahwa model persamaan terbaik adalah MP-3 dengan nilai peringkat terkecil dan terpilih sebagai persamaan terbaik dalam pendugaan volume batang sawit dengan persamaan sebagai berikut:

$$(d/D) = 1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3$$

Persamaan ini memiliki nilai koefisien determinasi terkoreksi terbesar dibandingkan dengan model persamaan lainnya, yaitu sebesar 81,6% dengan nilai simpangan baku 0,109026 dan nilai PRESS 109,161 terkecil dikelompoknya.

Sedangkan untuk kelompok 1-14 meter, model terbaik adalah MP-9 dengan persamaan sebagai berikut:

$$(d/D) = 1,17 - 1,71(h/H) + 2,32(h/H)^2 - 1,14(h/H)^3$$

3. Faktor Bentuk Batang

Dari kedua persamaan terpilih di setiap kelompok dapat diamati bahwa model persamaan dari kelompok 0-14 meter lebih baik dibandingkan dengan persamaan dari kelompok 1-14 meter melalui perbandingan parameter-parameter terhitung dari Tabel 1. Berdasarkan nilai koefisien determinasi menunjukkan bahwa bentuk pangkal batang berpengaruh terhadap pendugaan volume batang.

Setelah model persamaan diketahui maka selanjutnya dilakukan perhitungan volume dugaan batang sawit dengan metode pengintegralan untuk mendapatkan persamaan volume batang melalui integral persamaan berikut:

$$V = 0,25\pi \int_0^h d^2 dh$$

dimana

$$(d/D) = 1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3$$

Maka

$$V = 0,25\pi \int_0^h D^2 ((1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3))^2 dh$$

saat h=H, maka

$$V = 0,25\pi \left(2,1025D^2H + \frac{1,4904D^2H^7}{H^6} - \frac{6,5569D^2H^6}{H^5} + \frac{12,1980D^2H^5}{H^4} - \frac{13,6082D^2H^4}{H^3} + \frac{10,4503D^2H^3}{H^2} - \frac{5,365D^2H^2}{H} \right)$$

$$=0,25\pi D^2 H(0,71111761904762)$$

Berdasarkan perhitungan diatas menunjukkan bahwa nilai faktor bentuk batang sawit sebesar :

$$f = 0,71111761904762$$

Berdasarkan nilai rata-rata diameter, panjang dan nilai faktor bentuk batang sawit maka diperoleh bahwa volume batang sawit sebesar 1,67 m³ per pohon. Dengan kerapatan 130 pohon per hektar pada masa peremajaan maka volume batang sawit per hektar sebesar 218 m³

KESIMPULAN

Berdasarkan studi ini dapat disimpulkan bahwa batang sawit memiliki peluang yang cukup tinggi untuk dimanfaatkan mengingat jumlahnya yang sangat melimpah dan memiliki bentuk batang yang relatif seragam, baik dari diameter maupun tinggi batang.

- Batang sawit terkonsentrasi pada satu kelompok ketinggian yaitu tinggi batang 10-13 meter dengan persentase mencapai 69%.
- Hasil pemeringkatan model persamaan terbaik adalah $(d/D) = 1,45 - 3,70(h/H) + 6,09(h/H)^2 - 3,23(h/H)^3$
- Nilai faktor bentuk batang sawit yaitu 0,71.
- Diperkirakan volume batang sawit yang diperoleh dari hasil peremajaan sekitar 218 m³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit atas dukungan dana dan fasilitas penelitian, Kepala Kebun Bukit Sentang atas dukungan fasilitas selama pengambilan data di lokasi peremajaan dan Bapak Mariadi atas bantuannya selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- BOWYER, J. L., R. SHMULSKY AND J. G. HAYGREEN. 2004. Forest product and wood science – An Introduction. Blackwell Publishing Company, forth edition.
- CORLEY, R.V.H. AND P.B.H. TINKER. 2003. The oil palm, 4th Edition. Wilet-Blackwell.
- DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN. 2014. Data komoditas perkebunan – kelapa sawit. Jakarta
- E. S. Bakar, O. Rachman, W. Darmawan, and I. Hidayat. 1999. Utilization of oil palm trees as building and furniture materials (2): Mechanical properties of oil palm wood. Jurnal Teknologi Hasil Hutan, 12(1):10–20.
- ERWINSYAH AND BAGUS G.Y. 2014. Oil palm biomass for supporting renewable energy. Proceedings Indonesian Oil Palm Conference. Nusa Dua Bali. pp 373-381.
- ERWINSYAH. 2008. Improvement of oil palm wood properties using bioresin. Dissertation. DresdenUniversity of Technology, Germany. pp. 1-8.
- HARTLEY, C.W.S. 1988. The oil palm. Longman Scientific and Technical. New York.
- HUSCH B, BEERS T.W., AND KERSHAW J.A. 2003. Forest mensuration. Fourth Edition. Ney York. John Wiley & Sons, Inc.
- K. K. Choon, W. Killmann, L. S. Choon, and H. Mansor.1991. Characteristics of the oil palm stem. In K. Shaari, K. C. Khoo, and A. R. M. Ali, editors, Oil palm stem utilization, 107, pp 15–28. Forest Research Institute Malaysia.
- LAAR A.V. AND AKCA A. 2007. Forest Mensuration. Netherland. Springer.