

## PERTUMBUHAN, PRODUKTIVITAS DAN RENDEMEN MINYAK KELAPA SAWIT DI BEBERAPA KETINGGIAN TEMPAT

### GROWTH, PRODUCTIVITY AND OIL EXTRACTION RATE OF OIL PALM AT SEVERAL ALTITUDES

Eka Listia, Didik Indradewa<sup>1</sup>, dan Eka Tarwaca<sup>1</sup>

**Abstrak** Pengembangan kelapa sawit pada saat ini umumnya dilakukan pada tanah marginal, yang memiliki kesuburan fisik dan kimia yang rendah, bahkan perluasan areal penanaman kelapa sawit juga dilakukan pada ketinggian tempat lebih dari 600 m di atas permukaan laut (dpl). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan, produktivitas dan rendemen minyak kelapa sawit yang ditanam pada beberapa ketinggian tempat. Penelitian dilaksanakan pada empat lokasi penelitian dengan ketinggian tempat 50, 368, 693 dan 865 m dpl di wilayah Sumatera Utara. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok pada tanaman muda berumur 7 – 8 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi meliputi panjang rachis, indeks luas daun, bobot kering daun, tinggi tanaman, volume batang dan bobot kering batang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan tanaman kelapa sawit di dataran rendah. Produktivitas tertinggi mencapai 28,5 ton TBS/ha/tahun dan nilai indeks panen tertinggi 0,39 pada kelapa sawit di dataran rendah dengan ketinggian 368 m dpl. Rendemen minyak tertinggi 25,9% dicapai pada ketinggian tempat 50 m dpl.

**Kata kunci** : ketinggian tempat, produktivitas, rendemen minyak

**Abstract** Nowadays, oil palm development is generally done in marginal land which has low physical

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

Eka Listia (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia  
Email: firasaki@yahoo.com

<sup>1</sup> Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

and chemical fertility, even oil palm expansion was done at higher altitude more than 600 m above sea level (asl). This research aims to determine the growth, productivity and oil extraction rate of oil palm in high altitude. The experiment was conducted at four location in 50, 368, 693 and 865 m above sea level in North Sumatera area. The research was arranged using Randomized Block Design of 7 – 8 years old plants. The results showed that the growth of oil palm in high altitude which include the rachis length, leaf area index, leaf dry weight, plant height, trunk volume and trunk dry weight have higher values than oil palm in low altitude. The highest productivity reached 28.5 tonnes FFB/ha/year and the highest harvest index 0.39 reached of plant in altitude of 368 m asl. The highest oil extraction rate of 25.9% was reached in 50 m asl.

**Key words** : altitude, productivity, oil extraction rate

#### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia sehingga upaya dalam peningkatan produksi terus dilakukan. Upaya peningkatan produksi kelapa sawit di Indonesia melalui perluasan areal dibatasi oleh ketersediaan lahan. Areal yang tersedia untuk pengembangan kelapa sawit tersebut umumnya adalah lahan marginal, yang memiliki kesuburan fisik dan kimia yang rendah. Perluasan areal penanaman kelapa sawit juga dilakukan pada ketinggian tempat lebih dari 600 m di atas permukaan laut (dpl) yang dianggap kurang sesuai. Kondisi iklim dan tanah merupakan faktor lingkungan utama yang mempengaruhi keberhasilan pengembangan tanaman kelapa sawit, disamping faktor lainnya seperti bahan tanaman (genetik) dan perlakuan kultur teknis yang diberikan (Buana *et al.*, 2006).

Sesuai hasil studi kelayakan yang dilakukan oleh

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (2004) dikemukakan bahwa berdasarkan survei kesesuaian lahan khusus di Sumatera Utara, evaluasi klimatologi dan analisis finansial telah dimungkinkan areal dengan ketinggian antara 600 – 850 m dpl untuk ditanam kelapa sawit. Berdasarkan hasil survei kesesuaian lahan khusus tersebut ditunjukkan bahwa secara teknis berdasarkan syarat tumbuh, areal dengan ketinggian tersebut termasuk kelas lahan S3. PPKS (2004) juga menambahkan bahwa pengembangan kelapa sawit di Sumatera Utara, pada daerah dengan ketinggian > 400 meter di atas permukaan laut, banyak dijumpai permasalahan seperti mutu buah yang kurang baik, penyakit busuk tandan buah, produktivitas yang rendah, rendemen minyak dan kadar karoten rendah.

Menurut hasil penelitian Siregar *et al.* (2007) penanaman kelapa sawit pada beberapa ketinggian tempat yang memiliki perbedaan suhu harian, menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman kelapa sawit pada tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan. Pada tanaman belum menghasilkan, pengamatan vegetatif berupa tinggi tanaman, panjang rachis, lebar dan tebal petiole menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara penanaman di dataran rendah dengan di dataran tinggi. Pada tanaman menghasilkan, pengamatan vegetatif yaitu tinggi tanaman, panjang rachis, lebar dan tebal petiola menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada penanaman di dataran tinggi bila dibandingkan dengan penanaman di dataran rendah. Sehubungan dengan masih adanya beberapa silang pendapat mengenai penanaman kelapa sawit pada areal di atas ketinggian tempat 600 m dpl, maka perlu dilakukan penelitian terhadap pertumbuhan, hasil dan rendemen minyak pada penanaman kelapa sawit di dataran tinggi. Tulisan ini bertujuan untuk mengemukakan pengaruh ketinggian tempat penanaman kelapa sawit terhadap pertumbuhan, produktivitas dan rendemen minyak.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada empat lokasi dengan ketinggian tempat 50, 368, 693 dan 865 m dpl pada wilayah perkebunan di Sumatera Utara menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Luasan areal di setiap lokasi ketinggian tempat menggunakan satu blok

pertanaman kelapa sawit sekitar 25 ha. Lokasi lahan yang dipilih relatif datar di masing-masing ketinggian tempat untuk mengurangi kemungkinan adanya keragaman tanaman jika menggunakan lahan yang bergelombang. Tanaman kelapa sawit yang digunakan adalah jenis tenera pada kelompok tanaman muda yang berumur 7 – 8 tahun.

Parameter pertumbuhan dan hasil tanaman diamati menggunakan metode Corley dan Tinker (2003). Parameter pertumbuhan meliputi jumlah pelepah, panjang rachis, jumlah anak daun, lebar petiole, tebal petiole, panjang anak daun, lebar anak daun, indeks luas daun (ILD), bobot kering daun, tinggi tanaman, diameter batang, volume batang dan bobot kering batang. Komponen hasil tanaman meliputi produktivitas, indeks panen dan persentase rendemen minyak.

Pengukuran bobot kering batang dan volume batang dilakukan menggunakan metode non destruktif dengan formula (Corley dan Tinker, 2003):

$$T = VS$$

$$V = (\pi r^2 h)$$

$$S = 0,0076t + 0,083$$

dimana :

T = bobot kering batang (kg)

V = volume batang (liter)

S = kepadatan batang (kg/liter)

r = jari – jari batang

h = tinggi batang

t = umur tanaman (tahun)

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) pada aras 5%, dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) jika hasil analisis varian menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit

Hasil perhitungan terhadap karakter pertumbuhan disajikan secara lengkap pada Tabel 1, 2 dan 3.

Jumlah pelepah pada keempat tinggi tempat yaitu 50, 368, 693 dan 865 m dpl menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Menurut Lubis (2008) tanaman kelapa sawit yang berumur kurang dari 8 tahun

Tabel 1. Jumlah pelepah, jumlah anak daun, lebar petiole, tebal petiole, panjang anak daun dan lebar anak daun kelapa sawit di beberapa ketinggian tempat

Table 1. Frond number, leaflet number, petiole width, petiole thickness, leaflet length and leaflet width of oil palm at several altitudes

Ketinggian Tempat (m dpl)	Jumlah Pelepah	Jumlah anak daun	Lebar Petiole (cm)	Tebal Petiole (cm)	Panjang anak daun (cm)	Lebar anak daun (cm)
50	40,0 a	339,7 a	7,6 c	4,4 b	94,5 a	5,7 b
368	36,7 a	368,3 a	8,1 bc	5,9 ab	99,2 a	6,3 a
693	42,0 a	351,3 a	9,3 a	6,3 a	97,8 a	6,1 ab
865	38,3 a	358,3 a	8,7 ab	6,3 a	100,8 a	5,9 ab
KK (%)	7,8	4,7	6,0	14,8	4,7	4,9

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at the least significant difference test level of 5%

memiliki 48 – 56 pelepah dan tanaman yang berumur lebih dari 8 tahun memiliki 48 pelepah. Tabel 1 memberikan informasi bahwa jumlah pelepah pada tanaman kelapa sawit di keempat tinggi tempat yang menjadi obyek penelitian sangat kurang, hal ini diakibatkan oleh kegiatan pemangkasan daun yang dilakukan terlalu ekstrim (*over pruning*). Jumlah anak daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada keempat tinggi tempat. Hal ini berkaitan dengan panjang rachis (Tabel 2) sebagai tempat melekatnya anak daun yang juga tidak berbeda nyata antar ketinggian tempat.

Lebar dan tebal petiole menunjukkan hasil yang

berbeda nyata antar ketinggian tempat. Petiole yang paling lebar dan tebal dimiliki oleh tanaman kelapa sawit yang ditanam pada 693 m dpl. Pengukuran lebar dan tebal petiole ini dilakukan dalam penelitian karena lebar dan tebal petiole berkaitan erat dengan bobot kering daun (Tabel 3) (Corley dan Tinker, 2003). Pada keempat tinggi tempat, parameter panjang anak daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal yang berbeda dijumpai pada variabel lebar anak daun. Lebar anak daun dipengaruhi secara nyata oleh faktor tinggi tempat. Anak daun yang paling lebar dimiliki oleh tanaman kelapa sawit yang ditanam pada 368 m dpl, hal ini diperkirakan untuk memaksimalkan laju serapan

Tabel 2. Panjang rachis, ILD dan bobot kering daun tanaman kelapa sawit di beberapa ketinggian tempat

Table 2. Rachis length, Leaf Area Index and leaf dry weight of oil palm at several altitudes

Ketinggian Tempat (m dpl)	Panjang rachis (cm)	ILD	Bobot Kering Daun (kg)
50	572,0 b	5,8 a	3,8 b
368	618,3 ab	6,6 a	5,1 ab
693	644,3 a	6,9 a	6,2 a
865	603,0 ab	6,5 a	5,9 a
KK (%)	4,5	12,1	19,7

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at the least significant difference test level of 5%

Tabel 3. Tinggi tanaman, diameter batang, volume batang dan bobot kering batang kelapa sawit di beberapa ketinggian tempat

Table 3. Height, stem diameter, stem volume, stem dry weight of oil palm at several altitudes

Ketinggian Tempat (m dpl)	Tinggi tanaman (m)	Diameter batang (m)	Volume batang (liter)	Bobot kering batang (kg)
50	4,21 b	0,96 a	3055,4 ab	439,36 ab
368	3,71 b	0,99 a	2770,2 b	398,36 b
693	5,11 a	0,94 a	3558,2 a	511,67 a
865	5,01 a	0,92 a	3373,9 a	485,17 a
KK (%)	8,7	3,8	9,1	9,1

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at the least significant difference test level of 5%

radiasi matahari, tanaman mengembangkan mekanisme berupa pelebaran anak daun. Ketinggian lebih dari 368 m dpl menyebabkan penurunan lebar anak daun, begitu juga dengan ketinggian tempat kurang dari 368 m dpl. Hasil penelitian Xing Cao *et al.* (2011), menunjukkan bahwa bibit kelapa sawit yang mengalami cekaman suhu rendah di dataran tinggi daunnya lebih sempit bila dibandingkan dengan bibit kelapa sawit yang tidak mengalami cekaman suhu rendah.

Rachis paling panjang dimiliki oleh tanaman kelapa sawit yang ditanam pada 693 m dpl, dan berbeda nyata dengan ketinggian tempat 50 m dpl. Wagino (2007) juga mendapatkan hasil bahwa tanaman kelapa sawit di dataran tinggi mempunyai rachis yang lebih panjang dibandingkan dengan tanaman kelapa sawit di dataran rendah. Ini berhubungan dengan tanggapan tanaman terhadap cahaya pada tempat yang lebih tinggi. Menurut Salisbury dan Ross (1995), bahwa apabila cahaya rendah maka fotosintesis menurun sehingga terjadi pemanjangan daun karena daun mengarah ke tempat yang tingkat cahayanya lebih tinggi sehingga terjadi etiolasi. Pada penelitian ini pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih besar di dataran tinggi tampaknya bukan karena etiolasi, tetapi karena perubahan distribusi asimilat, lebih terpacunya pertumbuhan vegetatif tanaman pada dataran tinggi berkaitan dengan pemanfaatan hasil fotosintesis yang berlebihan karena organ generatif tidak dapat memanfaatkan hasil fotosintesis dengan maksimum.

Panjang rachis sangat mempengaruhi nilai indeks luas daun (ILD), hal ini terbukti bahwa tanaman kelapa sawit yang mempunyai panjang rachis paling panjang juga menghasilkan nilai ILD yang cenderung lebih tinggi sekalipun tidak berbeda nyata antara ketinggian tempat.

Bobot kering daun dipengaruhi secara nyata oleh tinggi tempat (Tabel 2). Semakin tinggi tempat, tanaman kelapa sawit lebih memfokuskan pada pertumbuhan dan perkembangan organ daun dibandingkan dengan organ lainnya sehingga ukuran daun menjadi lebih besar. Pertambahan ukuran daun dengan kenaikan tinggi tempat penanaman menyebabkan bobot kering daun pada tanaman tersebut juga lebih tinggi. Kenaikan ukuran daun pada tanaman kelapa sawit yang ditanam pada tempat lebih tinggi merupakan respon tanaman sebagai upaya untuk memaksimalkan serapan radiasi matahari pada tingkat ketersediaan lebih rendah.

Tanaman kelapa sawit yang ukuran batangnya paling besar ditemukan pada ketinggian 693 m dpl, dan berbeda nyata dengan tinggi tanaman kelapa sawit di dataran rendah dengan ketinggian 368 dan 50 m dpl namun tidak berbeda nyata dengan ketinggian 865 m dpl (Tabel 3). Menurut Gardner *et al.* (1991) intensitas penyinaran yang lebih rendah seperti di dataran tinggi meningkatkan konsentrasi auksin di daerah titik tumbuh batang sehingga mempercepat laju pertumbuhan meninggi. Menurut Lubis (2008),

Tabel 4. Produktivitas, indeks panen dan rendemen minyak kelapa sawit di beberapa ketinggian tempat

Table 4. Productivity, harvest index and oil extraction rate of oil palm at several altitudes

Ketinggian Tempat (m dpl)	Indeks Panen	Produktivitas (ton TBS/ha/tahun)	Rendemen Minyak (%)
50	0,34 ab	27,8 a	25,9 a
368	0,39 a	28,5 a	25,7 a
693	0,27 bc	20,4 b	24,3 b
865	0,23 c	16,6 b	23,5 b
KK (%)	15,5	9,3	2,7

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%.

Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at the least significant difference test level of 5%.

batang kelapa sawit terlihat besar karena terbungkus oleh pangkal pelepah selama bertahun – tahun namun sebenarnya diameternya hanya 45 – 60 cm saja. Pangkal pelepah daun gugur karena membusuk biasanya mulai umur 10 – 11 tahun. Ditambahkan oleh Harahap (2006), bahwa tanaman kelapa sawit yang mengalami persaingan cukup ketat untuk mendapatkan cahaya matahari menunjukkan keragaan pertumbuhan batang yang relatif meninggi dan rachis yang lebih panjang.

Volume dan bobot kering batang menunjukkan perbedaan yang nyata antar ketinggian tempat penanaman (Tabel 3). Tanaman kelapa sawit yang ditanam di tempat dataran tinggi memiliki volume dan bobot kering batang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelapa sawit yang ditanam di dataran rendah. Hal tersebut lebih diakibatkan oleh tinggi batang tanaman kelapa sawit yang jauh lebih tinggi ketika ditanam di dataran tinggi jika dibandingkan dengan penanaman di dataran rendah, sedangkan diameter batangnya sama besar. Volume batang berkaitan erat serta lebih ditentukan oleh tinggi tanaman jika dibandingkan dengan diameter batang.

#### Hasil Tanaman Kelapa Sawit

Hasil perhitungan terhadap komponen hasil yaitu produktivitas dan rendemen minyak secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Produktivitas kelapa sawit di dataran tinggi terlihat

nyata lebih rendah bila dibandingkan dengan produktivitas di dataran rendah (Tabel 4). Peningkatan tinggi tempat menyebabkan perubahan produktivitas tandan buah segar (TBS) pertanaman kelapa sawit. Nilai indeks panen tertinggi terdapat pada tinggi tempat 368 m dpl dan tidak berbeda nyata dengan indeks panen pada 50 m dpl, sedangkan nilai indeks panen terendah terdapat pada tinggi tempat paling tinggi 865 m dpl dan tidak berbeda nyata dengan indeks panen pada 693 m dpl. Tinggi tempat yang optimal untuk memaksimalkan produktivitas kelapa sawit adalah 368 m dpl dengan potensi produktivitas mencapai 28,5 ton TBS/ha/tahun. Kenaikan tinggi tempat penanaman kelapa sawit setelah melampaui aras 368 m dpl justru menurunkan produktivitas.

Kelapa sawit yang diusahakan di dataran lebih rendah yaitu 50 m dpl dan 368 m dpl rendemen minyaknya lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelapa sawit yang dibudidayakan di dataran lebih tinggi yaitu 693 m dpl dan 865 m dpl. Hal ini disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang lebih tinggi di dataran rendah mengakibatkan laju akumulasi bahan kering ke dalam tandan buah segar juga lebih kuat jika dibandingkan dengan di dataran tinggi. Laju akumulasi bahan kering yang tinggi menstimulasi sintesis minyak di dalam TBS karena minyak pada hakekatnya berasal dari bahan kering hasil fotosintesis. Oleh karena itu, TBS yang dihasilkan di dataran rendah memiliki rendemen minyak yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan TBS yang dihasilkan di dataran tinggi (Tabel 4). Hasil

penelitian Nuryani *et al.* (2005) pada tanaman nilam menunjukkan bahwa tanaman nilam yang ditanam pada dataran rendah akan menghasilkan kadar minyak yang lebih tinggi, sebaliknya pada dataran tinggi akan menghasilkan kadar minyak yang rendah dan kadar alkohol yang tinggi. Berdasarkan data yang ada terkait dengan rendemen minyak kelapa sawit dapat disimpulkan bahwa nilai rendemen minyak dipengaruhi oleh interaksi antara varietas kelapa sawit dengan faktor lingkungan, tinggi tempat terutama suhu.

#### Hubungan antara Pertumbuhan dengan Hasil Tanaman Kelapa Sawit

Hubungan antara parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit disusun dalam korelasi pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa lebar petiole, tebal petiole, panjang anak daun, bobot kering daun, tinggi tanaman, volume batang dan bobot kering batang

berkorelasi negatif terhadap produktivitas dan rendemen minyak, berarti bahwa semakin meningkat lebar petiole, tebal petiole, panjang anak daun, bobot kering daun, tinggi tanaman, volume batang dan bobot kering batang maka produktivitas dan rendemen minyak kelapa sawit cenderung menurun.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Semakin tinggi tempat penanaman kelapa sawit pertumbuhan vegetatif semakin meningkat tetapi produktivitas dan rendemen minyak semakin menurun, produktivitas dan persentase rendemen minyak tertinggi terjadi di dataran rendah sampai dengan ketinggian 368 m dpl.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih intensif berkaitan dengan pengaruh iklim di dataran tinggi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit, terutama dari segi sosial ekonomi.

Tabel 5. Korelasi antara pertumbuhan dengan hasil tanaman kelapa sawit

Table 5. Correlation of growth and yield of oil palm

Paramater Pertumbuhan	Produktivitas	Rendemen Minyak
Jumlah pelepah	-0,294	-0,189
Jumlah anak daun	-0,065	-0,214
Lebar petiole	-0,774**	-0,806**
Tebal petiole	-0,678*	-0,775**
Panjang anak daun	-0,588*	-0,699*
Lebar anak daun	0,043	-0,105
Panjang rachis	-0,342	-0,429
Indeks Luas Daun	-0,489	-0,590*
Bobot kering daun	-0,767**	-0,836**
Tinggi tanaman	-0,914**	-0,862**
Diameter batang	0,931**	0,864**
Volume batang	-0,842**	-0,783**
Bobot kering batang	-0,842**	-0,783**
Produktivitas	-	0,988**
Rendemen minyak	0,988**	-

Keterangan: \* = berbeda nyata taraf 5%, \*\* = berbeda sangat nyata taraf 1%

Note: \* = significantly different level 5%, \*\* = significantly different level 1%

## DAFTAR PUSTAKA

- Buana, L., D. Siahaan, dan S. Adiputra. 2006. Budidaya kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Corley, R.H.V, J.J. Hardon and B.J. Wood. 1976. Oil palm research. Development in crop science 1. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The oil palm. Fourth edition. Blackwell Science Ltd.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. Penerjemah Herawati Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Harahap, Iman Yani. 2006. Penataan ruang pertanaman kelapa sawit berdasar pada konsep optimalisasi pemanfaatan cahaya matahari. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Vol.14 no.1 hal. 9 – 15.
- Lubis, Adlin., U. 2008. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Indonesia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Nuryani, Emmyzar, dan Wiratno. 2005. Budidaya tanaman nilam. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2004. Studi kelayakan konversi perkebunan teh menjadi perkebunan kelapa sawit PTP. Nusantara IV.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995. Fisiologi tumbuhan jilid 2. Bandung. Penerbit ITB.
- Siregar, H.H., G. Simangunsong, E. Listia, T.C. Hidayat, and I.Y. Harahap. 2007. Oil palm performance in higher altitude (Case of North Sumatera, Indonesia). Proceeding PORIM International Palm Oil Conference. Malaysia.
- Wagino. 2007. Pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit pada beberapa lingkungan di Sumatera Utara. Thesis. Universitas Gadjah Mada.
- Xing Cao, Hong., Cheng-Xu Sun, Hong-Bo Shao and Xin-Tao Lei. 2011. Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. African Journal of Biotechnology Vol. 10(14), pp. 2630-2637.