

Pertumbuhan, Produktivitas, dan Rendemen Minyak Kelapa Sawit di Dataran Tinggi

Growth, Productivity, and Oil Extraction Rate of Palm Oil in High Altitude

Eka Listia¹, Didik Indradewa² dan Eka Tarwaca²

¹Mahasiswa Program Pascasarjana, Program Studi Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

²Staf Pengajar Program Pascasarjana, Program Studi Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jalan Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281 Indonesia

ABSTRACT

This research aims to determine the growth, productivity and oil extraction rate in high altitude. The experiment was conducted at four locations in 50, 368, 693 and 865 m above sea level which located in North Sumatera area. The research was arranged using Randomized Block Design of Tenera at 7 – 8 years plant. 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 in high altitude oil palm cultivation at 368 m asl. The highest oil extraction rate of 25,9% is reached in 50 m asl. The highest carotene content 590,8 ppm and the highest harvest index 0,39 reached by oil palm plantation at low altitude in 368 m asl.

Keywords: *High Altitude, Productivity, Oil Extraction Rate, Carotene*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan, produktivitas dan rendemen minyak kelapa sawit yang ditanam pada dataran tinggi. Penelitian dilaksanakan pada empat lokasi penelitian dengan ketinggian tempat 50, 368, 693 dan 865 m dpl yang berada di wilayah Sumatera Utara. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok menggunakan kelapa sawit jenis tenera pada kelompok tanaman muda yang berumur 7 – 8 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi yang 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 pada penanaman kelapa sawit di ketinggian 368 m dpl. Rendemen minyak tertinggi 25,9% dicapai pada ketinggian tempat 50 m dpl. Kandungan karoten tertinggi 590,8 ppm dan nilai indeks panen tertinggi 0,39 dicapai oleh tanaman kelapa sawit di dataran rendah dengan ketinggian 368 m dpl.

Kata kunci: Dataran Tinggi, Produktivitas, Rendemen Minyak, Karoten

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi andalan Indonesia sehingga upaya dalam peningkatan produksi terus dilakukan. Upaya peningkatan produksi kelapa sawit di Indonesia melalui perluasan areal dibatasi oleh ketersediaan lahan dan penerapan kultur teknis yang kurang efektif. Areal yang tersedia untuk pengembangan kelapa sawit tersebut umumnya adalah 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). Tanaman kelapa sawit dibudidayakan, tumbuh dan berkembang baik pada daerah tropis antara altitude 13^o Lintang Utara sampai 12^o Lintang Selatan, utamanya di kawasan Afrika, Asia dan Amerika Latin (Hartley, 1988).

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. 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, rendahnya persentase rendemen minyak dan rendahnya kandungan karoten.

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 pada penanaman di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Sedangkan 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 altitude 600 m dpl, maka dilakukan penelitian terhadap pertumbuhan, hasil dan rendemen minyak pada penanaman kelapa sawit di dataran tinggi. Tulisan ini mengemukakan mengenai pertumbuhan, produktivitas dan rendemen minyak kelapa sawit yang ditanam pada ketinggian tempat 50, 368, 693 dan 865 m dpl (di atas permukaan laut).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada empat lokasi dengan ketinggian tempat 50, 368, 693 dan 865 m dpl pada wilayah perkebunan di Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Luasan areal di tiap lokasi ketinggian tempat menggunakan satu blok pertanaman kelapa sawit. Lokasi lahan yang dipilih relatif datar di masing-masing ketinggian tempat untuk mengurangi kemungkinan adanya variabilitas jika menggunakan lahan yang bergelombang. Tanaman kelapa sawit yang

digunakan adalah jenis tenera pada kelompok tanaman muda yang berumur 7 – 8 tahun.

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengukuran 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, bobot kering batang, produktivitas, indeks panen, persentase rendemen minyak dan kandungan karoten.

Data yang akan diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) pada level 5%, dan akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) jika hasil analisis varian menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Sementara itu, pola hubungan antar variabel ditentukan menggunakan analisis regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit

Parameter pertumbuhan meliputi pengukuran 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. 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 memiliki pelepah sebanyak 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. 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 antara 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). Pada keempat tinggi tempat, parameter panjang anak daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal yang berbeda dijumpai pada variabel lebar anak daun, dimana lebar anak daun dipengaruhi secara nyata oleh faktor tinggi tempat. Anak daun yang lebih lebar

dimiliki oleh tanaman kelapa sawit yang ditanam pada 386 m dpl, hal ini diperkirakan untuk memaksimalkan laju serapan radiasi matahari, tanaman mengembangkan mekanisme berupa pelebaran anak daun.

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

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 dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

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

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

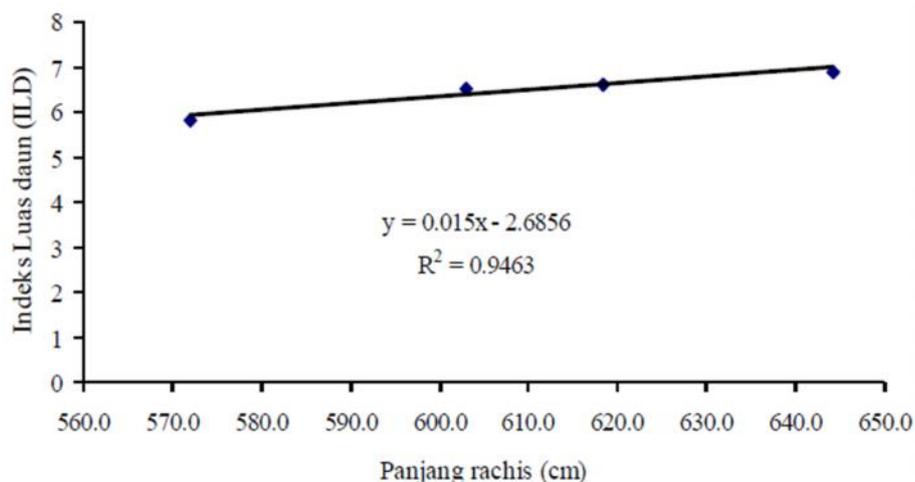
Keterangan: angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

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. Ini bukan merupakan efek etiolasi, 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. Gambar 1 memberikan informasi bahwa terdapat hubungan regresi linier antara panjang rachis dengan ILD, ILD meningkat seiring dengan kenaikan panjang rachis.

Bobot kering daun juga 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



Gambar 1. Hubungan regresi antar panjang rachis dengan ILD

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

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 dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

Tanaman kelapa sawit yang ukuran batangnya paling tinggi ditemukan pada tanaman yang ditanam 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) bahwa intensitas penyinaran yang lebih rendah seperti di dataran tinggi meningkatkan konsentrasi auksin di daerah titik tumbuh batang sehingga mempercepat laju pertumbuhan

meninggi. Batang kelapa sawit mempunyai fungsi sebagai struktur yang mendukung daun, bunga dan buah, sebagai sistem pengangkutan air, hara mineral dan hasil fotosintesis, serta sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan (Hartley, 1988). Menurut Lubis (2008), 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.

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

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	493,36 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 dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil taraf 5%

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 dan bobot kering batang berkaitan erat serta lebih ditentukan oleh tinggi tanaman jika dibandingkan dengan diameter batang.

Hasil Tanaman Kelapa Sawit

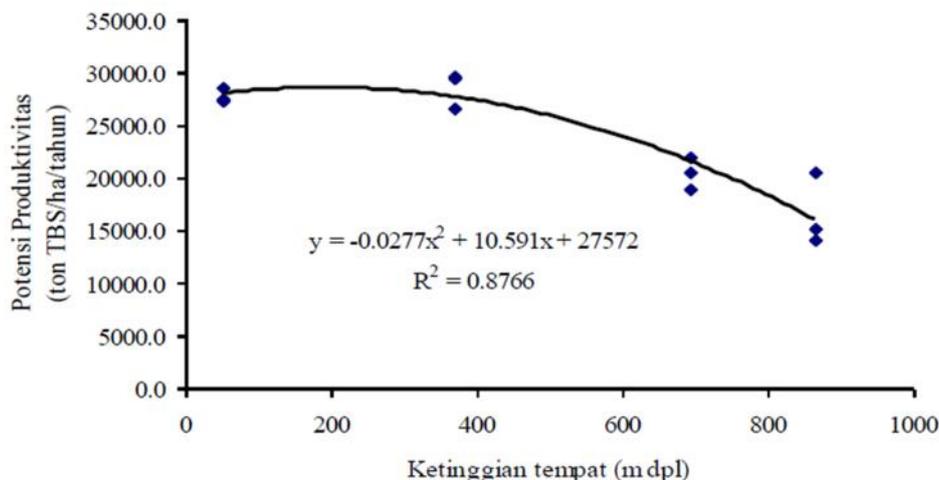
Komponen hasil tanaman meliputi produktivitas, indeks panen, persentase rendemen minyak dan kandungan karoten. Hasil perhitungan terhadap komponen hasil secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Produktivitas kelapa sawit di dataran rendah terlihat nyata lebih tinggi bila dibandingkan dengan produktivitas di dataran tinggi (Tabel 4). Peningkatan tinggi tempat menyebabkan perubahan produktivitas tandan buah segar (TBS) pertanaman kelapa sawit. Terdapat hubungan regresi kuadratik antara tinggi tempat dengan produktivitas tanaman kelapa sawit (Gambar 2). 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 komoditas kelapa sawit setelah melampaui level 368 m dpl justru menurunkan produktivitas 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.

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

Ketinggian Tempat (m dpl)	Produktivitas (ton TBS/ha/tahun)	Indeks Panen	Rendemen Minyak (%)	Karoten (ppm)
50	27,8 a	0,34 ab	25,9 a	563,8 a
368	28,5 a	0,39 a	25,7 a	590,8 a
693	20,4 b	0,27 bc	24,3 b	505,4 ab
865	16,6 b	0,23 c	23,5 b	447,8 b
KK (%)	9,3	15,5	2,7	9,9

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



Gambar 2. Hubungan regresi antara ketinggian tempat dengan potensi 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. Corley *et al.*(1976) menyampaikan bahwa kelapa sawit jenis tenera mampu menghasilkan rendemen minyak sampai dengan 28%. Berdasarkan data yang ada terkait dengan rendemen minyak kelapa sawit dapat disimpulkan bahwa nilai rendemen minyak dipengaruhi oleh interaksi antara jenis kelapa sawit dengan faktor lingkungan, khususnya ketinggian tempat.

Kandungan karoten dipengaruhi secara nyata oleh faktor tinggi tempat. Kandungan karoten dalam TBS semakin menurun sejalan dengan kenaikan tinggi tempat penanaman kelapa sawit (Tabel 4). Kandungan karoten dalam minyak kelapa sawit yang dihasilkan oleh tanaman dari dataran rendah (50 dan 368 m dpl) nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan di dataran tinggi (693 dan 865 m dpl). Menurut Syahputra *et al.*(2008), karoten memiliki sifat relatif kurang stabil, sehingga dapat mengalami degradasi akibat pengaruh lingkungan terutama suhu rendah. Itu sebabnya pada kelapa sawit di dataran tinggi menghasilkan minyak dengan kandungan karoten yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kelapa sawit di dataran rendah.

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. Korelasi antara pertumbuhan dengan hasil tanaman kelapa sawit

	Produktivitas	Rendemen minyak	Karoten
Jumlah pelepah	-0,294	-0,189	-0,284
Jumlah anak daun	-0,065	-0,214	0,029
Lebar petiole	-0,774**	-0,806**	-0,665*
Tebal petiole	-0,678*	-0,775**	-0,562
Panjang anak daun	-0,588*	-0,699*	-0,521
Lebar anak daun	0,043	-0,105	0,180
Panjang rachis	-0,342	-0,429	-0,186
ILD	-0,489	-0,590*	-0,343
Bobot kering daun	-0,767**	-0,836**	-0,654*
Tinggi tanaman	-0,914**	-0,862**	-0,898**
Diameter batang	0,931**	0,864**	0,963**
Volume batang	-0,842**	-0,783**	-0,815**
Bobot kering batang	-0,842**	-0,783**	-0,815**
Produktivitas	-	0,988**	0,987**
Rendemen minyak	0,988**	-	0,958**
Karoten	0,987**	0,958**	-

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

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, rendemen minyak dan kandungan karoten, 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 akan menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penanaman kelapa sawit di dataran tinggi mempengaruhi pertumbuhan, produktivitas, persentase rendemen minyak dan kandungan karoten. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan yang paling dipengaruhi oleh ketinggian tempat penanaman adalah panjang rachis yang mengakibatkan peningkatan nilai ILD dan tinggi tanaman yang menyebabkan semakin besarnya nilai volume dan bobot kering batang.

Terjadi penurunan produktivitas, persentase rendemen minyak dan kandungan karoten seiring dengan semakin tingginya tempat penanaman kelapa sawit. Nilai produktivitas, persentase rendemen minyak dan kandungan karoten terbaik terdapat pada penanaman di dataran rendah dengan ketinggian 50 dan 368 m dpl.

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

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah Herawati Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hartley, C.W.S. 1988. The oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Third Edition. Longman Scientific and Technical. John Wiley & Son, Inc. New York.
- Lubis, Adlin U. 2008. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Indonesia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Nuryani, Yang., 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, Hasril Hasan., G. Simangunsong, Eka Listia, Taufiq Caesar Hidayat and Iman Yani Harahap. 2007. Oil Palm Performance in Higher Altitude (Case of North Sumatera, Indonesia). Proceeding PORIM International Palm Oil Conference. Malaysia.
- Syahputra, M. Rio., Ferry F. Karwur dan Leenawaty Limantara. 2008. Analisis Komposisi dan Kandungan Karotenoid Total dan Vitamin A Fraksi Cair dan Padat Minyak Sawit Kasar (CPO) Menggunakan KCKT Detektor PDA. Jurnal Natur Indonesia. Vol. 10 No. 2.
- Wagino. 2007. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kelapa Sawit pada Beberapa Lingkungan di Sumatera Utara. Thesis. Universitas Gadjah Mada