Karakteristik Tanaman Kelapa Sawit di Dataran Tinggi

Nuzul Hijri Darlan, Eka Listia, Iput Pradiko dan Tito Sucipto[1)]

ABSTRAK

Tanaman kelapa sawit pada umumnya dibudidayakan pada lahan dengan ketinggian 0-600 m dpl, dan akan tumbuh optimal di ketinggian 0-250 m dpl. Meskipun begitu, saat ini terdapat lebih dari 10.000 ha tanaman kelapa sawit yang telah dibudidayakan di lahan dengan ketinggian lebih dari 600 m dpl (dataran tinggi) yang tersebar di Sumatera Utara dan Jawa Barat. Permasalahan utama dari budidaya tanaman kelapa sawit di dataran tinggi adalah kondisi iklim yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit, yaitu suhu yang rendah (<18 °C), kelembaban yang tinggi (>85%), lama penyinaran matahari yang pendek (<5 jam/hari), dan curah hujan yang tinggi (>2.500 mm/tahun). Kondisi lingkungan yang spesifik tersebut menyebabkan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan tanaman kelapa sawit umumnya yang dibudidayakan di dataran rendah, antara lain: i) pertumbuhan meninggi batang yang lebih cepat sehingga tanaman akan lebih tinggi; ii) periode tanaman belum menghasilkan (TBM) yang lebih lama; iii) produktivitas tanaman yang lebih rendah (dengan perlakuan kultur teknis yang sama); iv) kualitas minyak kelapa sawit *(crude palm oil,* CPO) yanglebih rendah; dan v) kualitas kayu yang lebih rendah (dari sisi kekuatan, kekerasan, MOE, MOR).

Kata kunci : kelapa sawit, dataran tinggi, karakteristik

PENDAHULUAN

Faktor utama sekaligus faktor pembatas yang mempengaruhi keberhasilan budidaya tanaman kelapa sawit adalah kondisi tanah dan iklim. Tanah merupakan media tumbuh yang menyediakan air dan hara yang digunakan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Sementara itu, faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit meliputi curah hujan (CH), lama penyinaran, suhu, dan kelembaban (Corley, 2003). Kondisi tanah yang kurang optimal dapat diperbaiki dengan kultur teknis seperti pemupukan ataupun aplikasi bahan organik. Akan tetapi, kondisi iklim yang kurang optimal tidak dapat diperbaiki mengingat factor iklim merupakan faktor yang tidak dapat diubah oleh manusia sehingga kita hanya dapat menerima kondisi seadanya saja *(given factor)*.

Kelapa sawit dapat tumbuh baik secara optimal di daerah tropika basah (12° LU - 12 ° LS) dengan tipe iklim Af dan Am (Koppen), ketinggian lahan 0-250 m dpl, lama penyinaran matahari selama 5-7 jam/hari, CH sebesar 1.750-3.000 mm/tahun yang merata sepanjang tahun (tanpa bulan kering), dan suhu rata-rata sebesar 25-28 °C (Lubis, 2008). Meskipun begitu, peningkatan suhu udara yang terjadi di Sumatera Utara sebesar 0,5 – 1 °C sejak tahun 1990 (Siregar *et al.*, 2006) menyebabkan tanaman kelapa sawit dapat dikembangkan hingga ketinggian 600 m dpl dengan beberapa penyesuaian tindakan kultur teknis. Hingga saat ini, telah terdapat lebih dari 10.000 ha tanaman kelapa sawit (tahun tanam 1996 – 2008) yang telah dibudidayakan di lahan dengan ketinggian lebih dari 600 m dpl (dataran tinggi) yang tersebar di Sumatera Utara dan Jawa Barat (Darlan *et al.*, 2011).

Pengembangan kelapa sawit di dataran tinggi tidak disarankan karena kondisi iklim yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit. Berdasarkan analisis laporan (Abraham, 1991 dan Adiwiganda, 1999), faktor pembatas untuk budidaya kelapa sawit pada dataran tinggi adalah suhu udara minimum tahunan <18 °C, intensitas sinar matahari

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

Nuzul Hijri Darlan (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: nuzulhijri@gmail.com

1) Staf pengajar di Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara

adalah ≤ 4 jam/hari, dan curah hujan tahunan>2.500 mm / tahun Sementara itu, faktor utamanya adalah suhu udara minimum tahunan <18 ^{0}C, karena faktor ketinggian. Hal ini akan menyebabkan pertumbuhan kelapa sawit terhambat karena proses metabolisme dan perbungaan kelapa sawit terganggu yang biasa disebut "tekanan suhu udara rendah". Efek dari tekanan suhu udara rendah dapat dianalogikan dengan "tekanan kekeringan" seperti (i) peningkatan aborsi, (ii) kelompok gagal atau busuk, (iii) berfluktuasi dan produktivitas rendah, dan (iv) perbungaan panjang (8 - 9 bulan).

Pengembangan perkebunan kelapa sawit di dataran tinggi (> 600 m dpl) mungkin saja dapat dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu faktor lingkungan fisik, faktor genetik tanaman, dan budidaya teknis. Pendekatan faktor lingkungan fisik (tanah dan iklim) menggunakan bahan tanaman unggul terkini yang sesuai dengan kondisi lingkungan di dataran tinggi. Pendekatan faktor genetik tanaman menggunakan bahan tanaman toleran dingin atau ketinggian yang disesuaikan dengan hibrida kelapa sawit (Blaak, 1996; Chapman, 2003; Alvarado, 2005). Sementara itu pendekatan budidaya teknis karena penyesuaian budidaya teknis kelapa sawit di dataran tinggi seperti pengaturan jarak tanam antara 110 - 120 tanaman/ha.

PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan di dataran tinggi yang spesifik tersebut menyebabkan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan tanaman kelapa sawit umumnya yang dibudidayakan di dataran rendah. Karakteristik tersebut akan dibahas dalam tulisan ini satu persatu.

Pertumbuhan meninggi batang yang lebih cepat

Tanaman kelapa sawit di dataran tinggi umumnya memiliki kecepatan pertumbuhan meninggi batang hingga 3 kali lebih besar daripada tanaman kelapa sawit di dataran rendah (Tabel 1). Hal ini mengakibatkan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi akan lebih tinggi dibanding di dataran rendah pada umur yang sama. Pendeknya lama penyinaran di dataran tinggi akan membuat tanaman cenderung mengalami etiolasi karena memperebutkan cahaya matahari dengan tanaman lainnya. 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.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Listia, dkk (2015) yang menyebutkan bahwa tanaman berumur 7-8 tahun yang terletak di dataran tinggi memiliki tinggi yang lebih besar dibanding di dataran rendah. Selain itu, 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 (Tabel 2). Hal tersebut lebih diakibatkan oleh tinggi

Tabel 1. Kecepatan pertumbuhan meninggi tanaman kelapa sawit berdasar altitude

Altitude (m dpl)	Pertumbuhan meninggi (cm/tahun)	
0 – 250	16 ,15	a
251 – 500	28 ,15	b
501 – 750	34 ,85	b
751 – 1000	47 ,00	c

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

Tabel 2. Kecepatan pertumbuhan meninggi tanaman kelapa sawit berdasar altitude

Ketinggian Tempat (m dpl)	Tinggi tanaman (m)	Volume batang (liter)	Bobot kering batang (kg)
50	4,21 b	3055,4 ab	439, 36 ab
368	3,71 b	2770,2 b	398,36 b
693	5,11 a	3558,2 a	511,67 a
865	5,01 a	3373,9 a	485,17 a

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

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.

Bobot kering pelepah yang lebih tinggi

Bobot kering pelepah kelapa sawit di dataran tinggi akan lebih besar dibanding di dataran rendah. Semakin tinggi tempat, tanaman kelapa sawit lebih memfokuskan pada pertumbuhan dan perkembangan organ daun dibandingkan dengan organ lainnya sehingga ukuran pelepah menjadi lebih besar. Hal ini

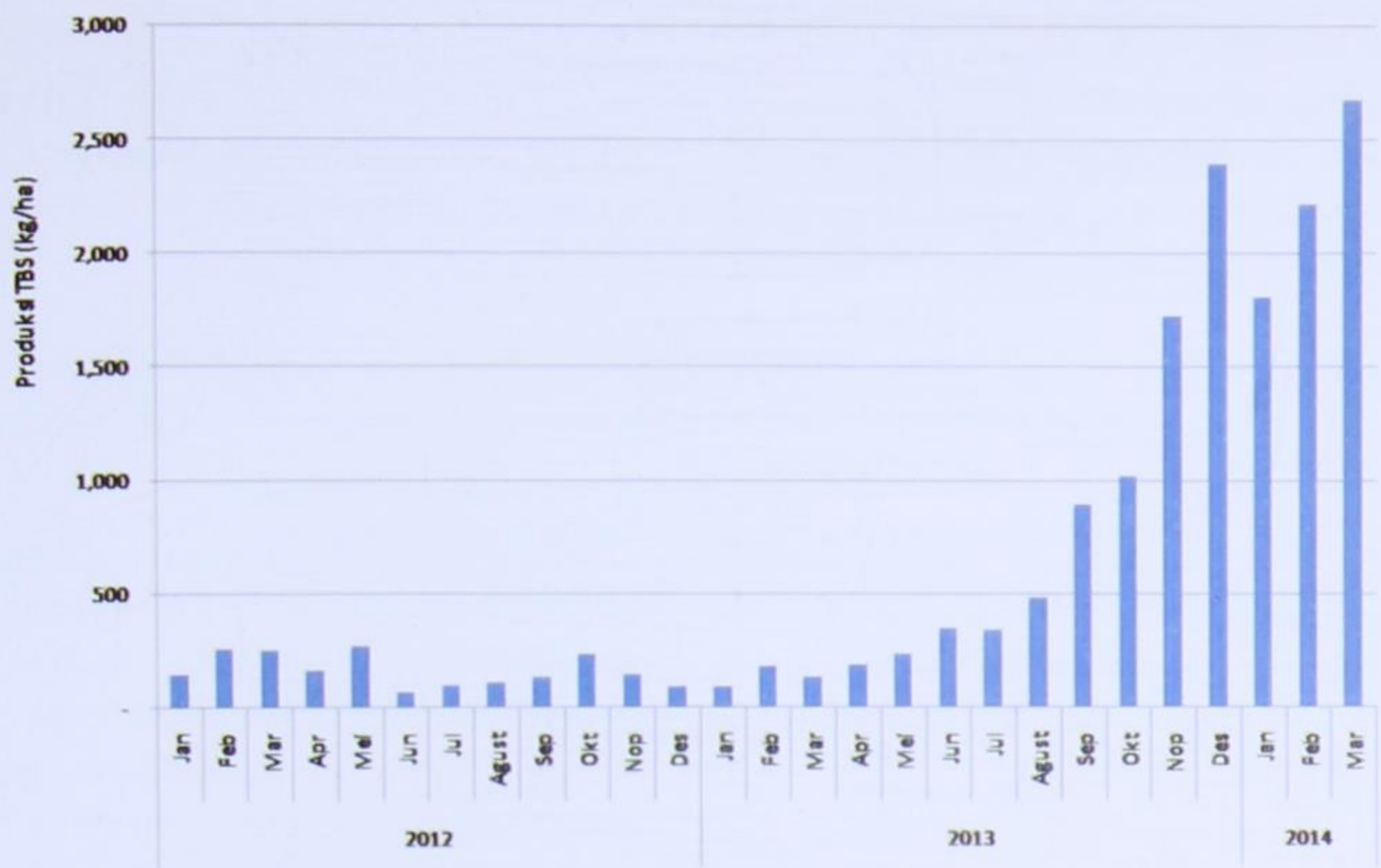
Tabel 3. Panjang rachis, luas petiole, dan bobot kering pelepah di beberapa altitude

Altitude (m dpl)	Panjang rachis (cm)	Luas petiole (cm^2)	Bobot Kering Daun (kg)
50	572,0 b	33,44 c	3,8 b
368	618,3 ab	47,79 b	5,1 ab
693	644,3 a	58,59 a	6,2 a
865	603,0 ab	54,81 ab	5,9 a

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

ditunjukkan dengan ukuran rachis yang lebih panjang dan juga luas petiole yang lebih besar (Tabel 3). Selain merupakan sumber karbon bagi makhluk hidup, asam lemak juga diperlukan untuk sintesa membran, modifikasi protein dan karbohidrat, pembangunan beragam elemen struktur dalam sel dan jaringan, menghasilkan senyawa penanda dan melarutkan berbagai macam bagian seluler serta ekstra seluler yang sulit larut dan nonpolar. Berdasarkan jumlah atom karbonnya maka asam lemak dapat dibagi menjadi tiga antara lain, asam lemak rantai pendek dengan jumlah atom karbon 2 - 6, asam lemak rantai sedang dengan jumlah atom karbon 8 -12 dan asam lemak rantai panjang dengan jumlah atom karbon 14 - 24 (Tabel 1) (Cifuentes, A. 2013).

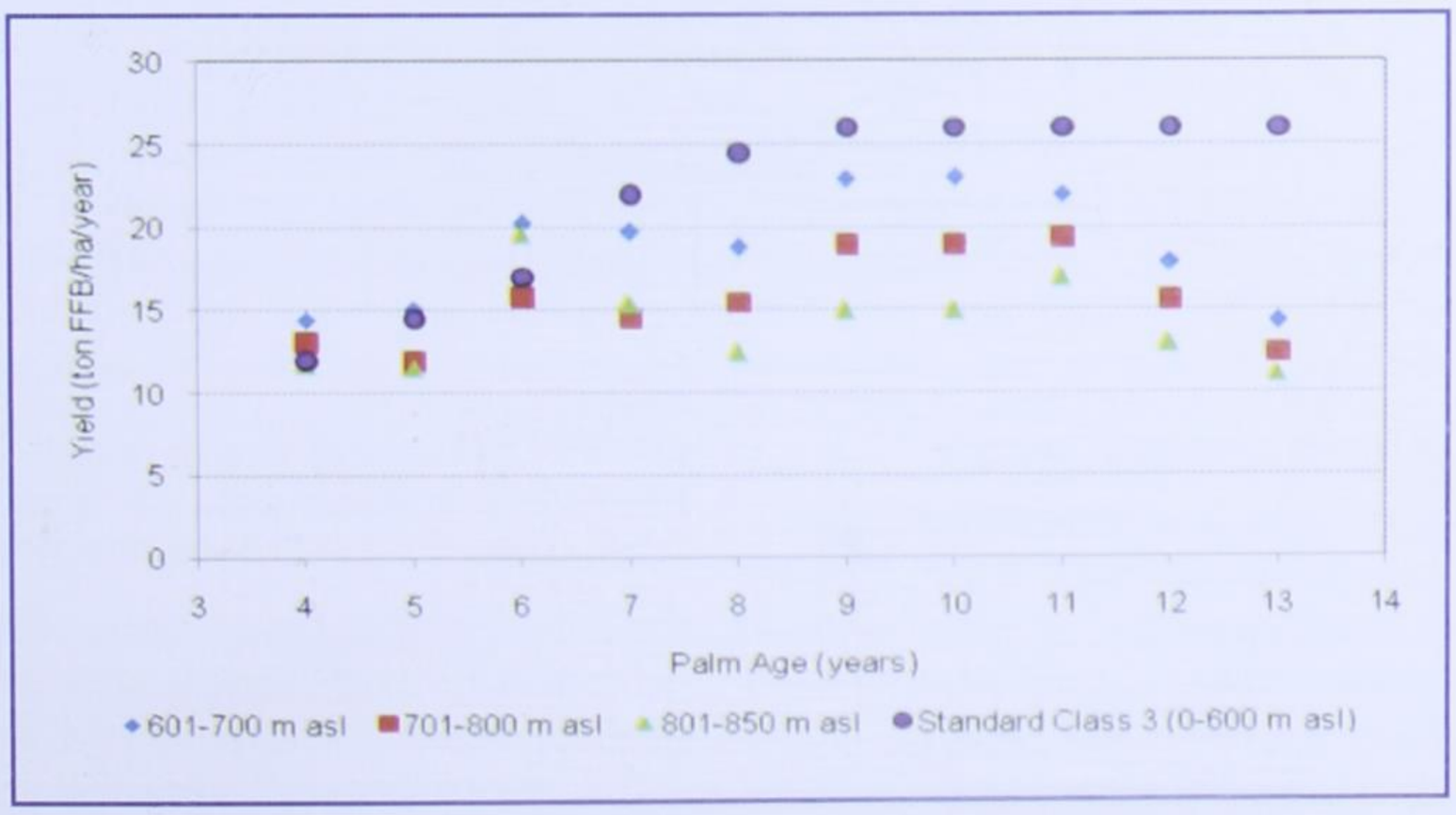
Ukuran pelepah yang lebih besar pada tanaman kelapa sawit yang ditanam pada tempat lebih tinggi merupakan respon tanaman sebagai upaya untuk memaksimalkan serapan radiasi matahari pada tingkat ketersediaan yang rendah. Sementara itu, rachis yang lebih panjang didugaakibat perubahan distribusi asimilat, yaitu lebih terpacunya pertumbuhan vegetatif tanaman pada dataran tinggi berkaitan dengan pemanfaatan hasil fotosintesis yang berlebihan karena organ generatif (pembentukan bunga dan perkembangan tandan) tidak dapat memanfaatkan hasil fotosintesis dengan maksimum (Listia dkk, 2015).



Gambar 1. Produksi TBS (kg/ha) di areal dengan ketinggian 950 m dpl.

Periode Tanaman Belum Menghasilkan yang lebih lama

Pada umumnya, tanaman kelapa sawit akan memasuki periode menghasilkan pada umur 30 – 36 bulan setelah ditanam di lapangan. Akan tetapi jika ditanam di dataran tinggi, maka waktu yang dibutuhkan akan lebih lama tergantung dengan ketinggian dari permukaan laut. Pada ketinggian 600 – 800 m dpl, waktu yang dibutuhkan berkisar 2-6 bulan lebih lama dari yang normal. Akan tetapi pada ketinggian di atas 950 m dpl, waktu yang dibutuhkan

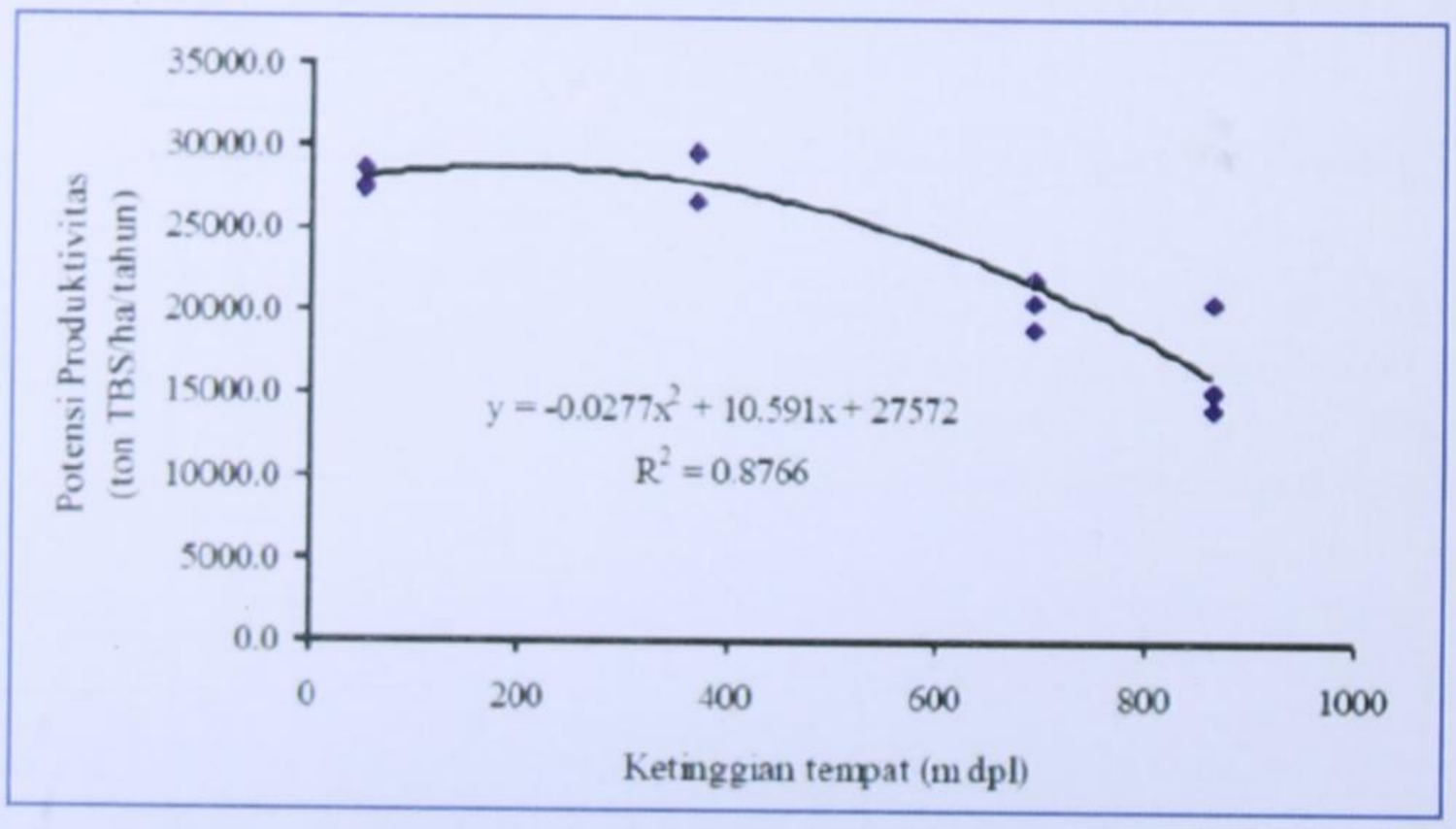


Gambar 2. Sebaran produksi tanaman kelapa sawit pada 3 ketinggian di dataran tinggi

dapat mencapai hingga 24 bulan dari waktu normalnya, atau total selama 60 bulan seperti yang terjadi pada tahun tanam 2008 yang ditanam di ketinggian 975 m dpl(Gambar 1). Produksi baru mencapai 2,5 ton/ha pada saat tanaman berumur 63 bulan setelah ditanam, dimana normalnya produksi pada Tanaman Menghasilkan pertama (TM-1) adalah sebesar 4 ton/ha berdasar standar kelas kesesuaian lahan S3 (kurang sesuai).

Tabel 4. Produksi tanaman kelapa sawit di beberapa altitude

Altitude (m dpl)	Produktivitas(ton TBS/ha/tahun)
50	27,8 a
368	28,5 a
693	20,4 b
865	16,6 b



Gambar 3. Hubungan regresi antara ketinggian tempat dengan potensi produktivitas

Produktivitas tanaman yang lebih rendah

Produktivitas tanaman kelapa sawit di dataran tinggi di Sumatera Utara (600-800 m dpl) adalah sekitar 12-24 ton pada umur 4 - 15 tahun setelah tanam (tahun tanam 1996). Hasil panen akan meningkat selama 3 - 4 tahun pertama dan kemudian akan optimal pada 9 - 11 tahun setelah tanam, namun pada satu tahun berikutnya hasilnya cenderung menurun (Darlan et al., 2014). Padahal umumnya produksi kelapa sawit di altitude rendah produksi baru akan mulai menurun pada 15 tahun setelah tanam (Gambar 2).

Hal senada disampaikan Listia, dkk (2015) yang menyebutkan bahwa dengan penerapan kultur teknis yang sama, produksi tanaman di dataran tinggi (>600 m dpl) akan lebih rendah dibanding di dataran rendah

Tabel 5. Rendemen minyak dan kandungan karoten kelapa sawit di beberapa altitude

Altitude (m dpl)	Rendemen Minyak (%)	Karoten (ppm)
50	25,9 a	563,8 a
368	25,7 a	590,8 a
693	24,3 b	505,4 ab
865	23,5 b	447,8 b

(Tabel 4), yang secara matematis dapat ditunjukkan dengan regresi kuadratik antara tinggi tempat dengan produktivitas tanaman kelapa sawit (Gambar 3).Produksi yang rendah dapat diakibatkan oleh kondisi lingkungan dengan suhu yang rendah, kelembaban yang tinggi, dan kurangnya lama penyinaran sehingga tandan yang dihasilkan tidak tumbuh sempurna dan atau terserang penyakit akibat jamur Marasmius sp.

Kualitas minyak kelapa sawit (crude palm oil, CPO) yang lebih rendah

Tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan di dataran rendah (<600 m dpl) akan memiliki kualitas CPO yang lebih baik dibandingkan dengan yang dibudidayakan di dataran tinggi. Hal ini disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang lebih tinggi di dataran rendah yang mengakibatkan laju akumulasi bahan kering ke dalam tandan buah segar lebih kuat jika dibandingkan dengan di dataran tinggi. Laju akumulasi bahan kering yang tinggi menstimulasi sintesis minyak di dalam tandan buah segar (TBS) karena minyak pada hakekatnya berasal dari bahan kering hasil fotosintesis. Oleh karena itu, TBS yang dihasilkan di dataran rendah akan memiliki rendemen minyak yang lebih tinggi dibandingkan dengan TBS yang dihasilkan di dataran tinggi (Tabel 5).

Kualitas kayu yang lebih rendah

Secara umum, kualitas kayu dari batang kelapa sawit adalah lebih rendah dibanding batang di dataran rendah (Tabel 6). Kandungan air di dalam batang kelapa sawit akan meningkat dengan bertambahnya ketinggian. Hal ini disebabkan karena batang kelapa sawit di dataran tinggi memiliki lebih banyak parenkim daripada di dataran rendah. Faktor lingkungan seperti suhu rendah dan juga kelembaban tinggi pada dataran tinggi diduga menyebabkan meningkatnya kadar air pada batang kelapa sawit.

Batang kelapa sawit memiliki karakter kayu *higroskopik*, sehingga kayu akan menjaga keseimbangan kadar air dengan lingkungan melalui pelepasan atau pengikatan air. Kondisi ini bergantung pada kandungan air yang terdapat di dalam kayu yang akan menyebabkan pengembangan dan penyusutan kayu. Pengembangan dan penyusutan kayu akan mempengaruhi kestabilan dimensi dan mekanik kayu. Tingginya nilai penyusutan disebabkan oleh sel ikatan pembuluh pada batang kelapa sawit pada dataran tinggi adalah juvenil yang memiliki aktivitas higroskopik tinggi. Selain itu, batang kelapa sawit di dataran tinggi memiliki lebih banyak parenkim daripada di dataran rendah.

Sel parenkim mengandung sumber makanan untuk kelapa sawit seperti gula dan pati. Batang kelapa sawit lunak dan kaya pati terutama pada ujung batang yang sekitar 20-25% (Rahayu, 2001). Nilai kelarutan ekstraktif lebih besar pada dataran tinggi yang disebabkan oleh jaringan sel parenkim yang besar pada batang. Kelarutan ekstraktif oleh air panas akan menyebabkan hidrolisis beberapa lignin dan resin yang menghasilkan asam organik bebas. Hal ini akan menyebabkan kelarutan dalam air panas akan selalu lebih tinggi dari pada air dingin (Riyadi, 2004). Bahan ekstraktif yang larut dalam air panas adalah siklosis, gula, pati, polisakarida, garam, siklitol, fenolik dan tanin.

Umumnya, kekuatan dan kekerasan batang kelapa sawit di dataran tinggi lebih rendah dari pada di dataran rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh

Tabel 6. Karakteristik batang kelapa sawit di beberapa ketinggian

	Altitude : 50 m dpl	Altitude : 400 m dpl	Altitude : 924 m dpl
Kadar air (%)	311	315	93
Penyusutan (%)	30	30	50
Kadar pati/gula (%)	9	10	23
Kekuatan (kg/cm ^{2})	178	222	66
Kekerasan (kg/cm ^{2})	95	61	68
Modulus of Elasticity (kg/cm ^{2})	29.704	14.4554	11.392
Modulus of Rupture (kg/cm ^{2})	239	132	74

kumpulan sel pembuluh pada batang kelapa sawit di dataran tinggi adalah sel juvenile, selain itu juga disebabkan oleh ikatan pembuluh dan ikatan sel-sel serat. Bakar (2003) menyebutkan bahwa semakin banyak kumpulan pembuluh yang menahan beban, semakin berat bobot yang harus diberikan sehingga batang sawit akan mengalami kerusakan permanen. Karakteristik mekanik kayu akan lebih baik dengan banyaknya jumlah sel serat dan rasio lignin dan selulosa yang tinggi.

Sementara itu, nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Rupture* (MOR) batang kelapa sawit lebih rendah pada ketinggian yang lebih tinggi. Hal ini mungkin disebabkan oleh kumpulan pembuluh pada dataran tinggi mengandung sel juvenil, dan ikatan yang lebih rendah antara serat. Rahayu (2001) menyebutkan bahwa daerah yang ditempati oleh serat dalam bundel vaskular menurun dari cotex ke pusat batang, dan dari bawah sampai ujung batang. Secara horisontal, kerapatan batang akan menurun dari korteks ke pusat batang. Hal ini disebabkan oleh korteks yang memiliki kumpulan vaskular lebih banyak daripada yang tengah dan yang tengah. Bakar (2003) mengatakan bahwa struktur anatomis batang kelapa sawit didominasi oleh sel parenkim di pusat, sedangkan bagian tengah dan korteksnya disusun oleh kumpulan pembuluh darah yang lebih keras.

KESIMPULAN

Faktor pembatas untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi adalah suhu udara minimum tahunan <180C, intensitas sinar matahari $\leqslant$ 4 jam/hari, kelembaban tinggi, dan curah hujan tahunan >2.500 mm/tahun. Kondisi lingkungan yang spesifik tersebut menyebabkan terdapat beberapa karakteristik tanaman kelapa sawit di dataran tinggi yang berbeda dengan tanaman di dataran rendah, yaitu: i) Pertumbuhan meninggi batang yang lebih cepat sehingga tanaman akan lebih tinggi; ii) Periode tanaman belum menghasilkan (TBM) yang lebih lama; iii) Produktivitas tanaman yang lebih rendah (dengan perlakuan kultur teknis yang sama); iv) Kualitas minyak kelapa sawit (crude palm oil, CPO) yang lebih rendah; dan v) Kualitas kayu yang lebih rendah (dari sisi kekuatan, kekerasan, MOE, MOR).

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, V.K., 1991. Enviromental Requirements for Oil Palm. Indian Oil Palm Journal I(2): 15-19.

Adiwiganda, R., H.H. Siregar, and E. S. Sutarta.1999. Agroclimatic Zones for Oil Palm Plantations in Indoensia. In proc. 1999 PORIM International Palm Oil Congress. PORIM, Kualalumpur. pp.387-401.

Alvarado, A., and Sterling, F. 2005. Stress tolerant oil palm varietes. ASD Oil Palm Papers, No.28, 5-20.

Bakar, E.S. 2003. Kayu Sawit Sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam. Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu Vol.2. Jurusan Teknologi Hasil Hutan IPB. Bogor.

Blaak, G. and Sterling, F. 1996. The prospects of extending oil palm cultivation to higher elevations through using cold-tolerant plant material. The Planter 72: 645-52.

Chapman, K.R., Escobar R. AND Griffee P. 2003. Cold tolerant or altitude adapted oil palm hybrid development initiatives in Asia/Pacific region. Au. J.T. 6(3):1-5

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.

Darlan, N. H., H.H. Siregar, E. Listia, and E.S. Sutarta, 2009. Recent Evaluation of Rising Temperature and Oil Palm Extension to Higher Elevation in North Sumatera. Jurnal Agromet Indonesia, Vol. 13 (2): 173 – 183. Penerbit: Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia. ISSN: 0126-3633.

Darlan, N. H., H.H. Siregar, E. Listia, and E.S. Sutarta, 2014. The first performance of oil palm in high altitude. Proceedings International Oil Palm Conference IOPC – 2014: Green Palm Oil for Food Security and Renewable Energy, 17-19 June 2014, Bali Nusa Dua Convention Center-Indonesia; Agriculture. pp: 549-555. ISBN : 978-602-7539-20-4.

Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah Herawati Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Listia, E., D. Indradewa, dan E. Tarwaca. 2015. Pertumbuhan, Produktivitas, dan Rendemen inyak Kelapa Sawit di Dataran Tinggi. Jurnal Ilmu Pertanian. Vol. 18 (2): 77-83. Penerbit: Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada. ISSN: 0126-4214.

Lubis A. U. 2008. Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Indonesia Edisi 2. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Rahayu, I.S. 2001. Sifat Dasar Vascular Bundle dan Parenchime Batang Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq.) dalam Kaitannya dengan Sifat Fisis, Mekanis serta Keawetan). Tesis Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan IPB. Bogor. Tidak dipublikasikan.

Riyadi, C. 2004. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Serat dari Limbah Batang Pisang (Musasp.) pada Berbagai Perlakuan Pendahuluan dan Kadar Parafin. Skripsi Departemen Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasikan.

Siregar H. H., Sutarta E. S., Darlan N. H. 2006. Implication of Climate Change on Oil Palm Plantation in Higher Altitude : A Case Study in North Sumatera Province. International Oil Palm Conference, Nusa Dua, Bali, June 19 – 23.