



PENGAMATAN FENOLOGI PADA DELAPAN VARIETAS KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) MENGGUNAKAN KONSEP *THERMAL UNIT*

PHENOLOGICAL OBSERVATION ON EIGHT OIL PALM (Elaeis guineensis Jacq.) VARIETIES USING THERMAL UNIT CONCEPT

Iput Pradiko, Sujadi dan Suroso Rahutomo

Abstrak Pengaruh kondisi lingkungan terhadap periode fase-fase perkembangan tanaman dikenal dengan istilah fenologi. Konsep umum untuk mengetahui pengaruh kuantitatif suhu terhadap fenologi adalah *thermal unit*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter fenologi tandan buah segar pada delapan varietas kelapa sawit Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) menggunakan konsep *thermal unit*. Penelitian dilakukan di Demonstrasi Plot (Demplot) Varietas Kebun Benih Adolina PT Perkebunan Nusantara IV, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara selama September 2014 – Juni 2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemunculan daun pertama hingga tandan matang fisiologis pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun serta DxP Yangambi memerlukan rerata jumlah *thermal unit* ($^{\circ}\text{C}$ hari) dan durasi (hari) berturut-turut sebesar 5.785 dan 457; 5.756 dan 454; 6.050 dan 476; 5.903 dan 467; 5.775 dan 452; 6.164 dan 484; 6.105 dan 478; serta 6.084 dan 479. Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, tetapi terdapat tendensi bahwa pada kisaran suhu di lokasi penelitian yaitu 23-34 $^{\circ}\text{C}$, tiga varietas (DxP Avros, DyP Dumpy, dan DxP PPKS 540) memerlukan masa perkembangan yang lebih singkat sejak daun pertama muncul hingga buah matang fisiologis dibanding lima varietas lainnya.

Kata kunci: fenologi, *thermal unit*, varietas

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

Iput Pradiko (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: iputpradiko@gmail.com

Abstract Effects of environmental conditions on plant development phases is known as phenology. Thermal unit is a general concept for quantifying effects of temperature on phenology. This study was aimed to identify phenology of fresh fruit bunch on eight oil palm varieties released by Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI) using thermal unit concept. The study site was at the demonstration plot of Adolina Seed Garden PT. Perkebunan Nusantara IV, Serdang Bedagai Regency, North Sumatra from September 2014 until June 2018. The results showed that from appearance of the first leaf until bunch physiologically ripened, the average thermal unit ($^{\circ}\text{C}$ days) and duration (days) on DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun and DxP Yangambi were 5.785 and 457; 5,756 and 454; 6,050 and 476; 5,903 and 467; 5,775 and 452; 6.164 and 484; 6,105 and 478; and 6,084 and 479, respectively. Though statistically it was not different, there was tendency that the three varieties (DxP Avros, DyP Dumpy, and DxP PPKS 540) required shorter development period from the first leave opened until physiological bunch ripened compared to other varieties at the range of air temperature on the site study (23-34 $^{\circ}\text{C}$).

Keywords: phenology, thermal unit, variety

PENDAHULUAN

Iklim merupakan faktor yang relatif tidak dapat diubah dan sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur iklim utama dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah curah hujan, radiasi matahari, dan suhu udara (Grigorieva *et al.*, 2010). Curah hujan sebesar 1.750-3000 mm/tahun akan optimal untuk kondisi fisiologis dan produktivitas tanaman kelapa

sawit (Sun *et al.*, 2011; Bakoume *et al.*, 2013; Cha-um *et al.*, 2013; Syarovy *et al.*, 2015), sementara lama penyinaran yang optimal adalah 5 – 7 jam/hari atau 1.800 – 2.200 jam/tahun (Verheye, 2010). Untuk suhu udara, kisaran 24 – 28°C akan optimal bagi kelapa sawit khususnya dalam aktivasi enzim yang berpengaruh pada penyerapan hara dan air, translokasi asimilat, fotosintesis dan respirasi (Brown, 2013). Bersama dengan jumlah bahang (*heat*), suhu udara juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari satu fase ke fase berikutnya. Pengaruh kondisi lingkungan terhadap durasi fase-fase perkembangan tanaman dikenal dengan istilah fenologi (Parthasaranthi *et al.*, 2013). Khusus untuk suhu udara, durasi fase perkembangan tanaman akan lambat pada suhu udara yang rendah dan sebaliknya akan cepat pada suhu udara yang tinggi terutama fase vegetatifnya (Darlan *et al.*, 2009; Wen and Sidik, 2011; Sinaga *et al.*, 2015; Hatfield and Prueger, 2015; Listia *et al.*, 2015; Mimboro *et al.*, 2015).

Konsep umum untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kondisi fenologi secara kuantitatif adalah *heat units*, atau dalam beberapa referensi disebut sebagai *thermal unit* atau *growth degree days* (Hormaza *et al.*, 2012; Brown, 2013; Parthasaranthi *et al.*, 2013). Satuan panas digunakan untuk menghitung jumlah total panas yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Hal ini didasarkan pada asumsi adanya hubungan linear antara pertumbuhan tanaman dan suhu udara (Koesmaryono *et al.*, 2002). Satuan panas dapat mengklasifikasikan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam periode waktu tertentu, memperkirakan waktu matang fisiologis, waktu tanaman berbunga, waktu pengaplikasian pupuk dan herbisida yang tepat, dan bahkan waktu panen (Parthasaranthi *et al.*, 2013).

Hasil penelitian sebelumnya oleh (Hormaza *et al.*, 2012) pada tanaman kelapa sawit hasil persilangan *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG) di Kolombia menunjukkan bahwa nilai *thermal unit* sebesar 6.408°C hari (dari fase daun tombak sampai tandan masak) dan 4.427,6°C hari (dari fase daun tombak sampai bunga anthesis) dengan suhu dasar 15°C. Penelitian lain oleh (Djufry *et al.*, 2000) di Lampung pada satu varietas *Elaeis guineensis* menghasilkan nilai *heat units* dari fase kuncup daun hingga tandan masak adalah 4.876°C hari, dengan rincian *heat units* pada masing-masing periode pertumbuhan yaitu (1) 142°C hari untuk fase kuncup daun hingga menjadi

pelepah, (2) 2.339,7°C hari pada fase pelepah daun hingga muncul kuncup bunga, (3) 597,8°C hari untuk fase kuncup bunga sampai anthesis, serta (4) 1.796,5°C hari untuk fase bunga anthesis hingga dapat dipanen (masak fisiologis). Meskipun demikian, informasi perbandingan fenologi menggunakan konsep *thermal unit* pada beberapa varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) masih belum tersedia. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji fenologi perkembangan tandan pada delapan varietas kelapa sawit yang dirilis Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) berdasarkan konsep *thermal unit* (TU).

BAHAN DAN METODE

Lokasi, waktu, dan varietas kelapa sawit

Penelitian dilakukan di Demonstrasi Plot (Demplot) Varietas Kebun Benih Adolina, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara yang terletak pada 98°56'30"BT – 98°56'42"BT dan 3°32'45"LU – 3°32'57"LU dengan ketinggian 10 mdpl. Penelitian dilaksanakan selama empat tahun antara September 2014 – Juni 2018. Penelitian ini menggunakan delapan varietas kelapa sawit produksi Pusat Penelitian Kelapa Sawit, yaitu DxP Avros (no. aksesori 8-27, 10-8, 11-12), DyP Dumpy (no. aksesori 26-26, 26-32, 27-21), DxP LaMe (no. aksesori 5-26, 6-23, 6-28), DxP Langkat (no. aksesori 24-8, 24-13, 26-8), DxP PPKS 540 (no. aksesori 14-20, 14-26, 15-23), DxP PPKS 718 (no. aksesori 3-25, 5-16, 6-8), DxP Simalungun (no. aksesori 14-16, 16-15, 17-3) dan DxP Yangambi (no. aksesori 4-10, 7-6, 8-13).

Pengamatan iklim

Data iklim diambil menggunakan *Automatic Weather Station Davis Vantage Pro II* meliputi curah hujan (jeluk hujan atau *rainfall depth* dan hari hujan atau *rainy days*), suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Selain data primer tersebut, juga dikumpulkan data melalui penghitungan untuk *vapour pressure deficit* berdasarkan metode yang dikembangkan Murray (1967) dan *water deficit* dengan metode yang dikembangkan Tailliez (1976).

Pengamatan fenologi

Pengamatan fenologi dilakukan setiap sepuluh hari sekali pada tiga pohon contoh (tiga aksesori) per varietas, dengan demikian terdapat total 24 aksesori dalam penelitian ini. Pemberian nomor pelepah

dilakukan mulai dari pelepah tertua sehingga pelepah tertua memiliki nomor terkecil dan pelepah termuda (daun ke-1) memiliki nomor paling tinggi. Pelepah baru yang muncul kemudian diberi nomor dan dicatat pada setiap waktu pengamatan. Pengamatan

perkembangan tandan dimulai sejak kemunculan pelepah, kemunculan bunga, hingga buah matang fisiologis. Terdapat enam kode pengamatan yang dicatat dalam tahap perkembangan tandan seperti dijelaskan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Kode pengamatan dalam tahap perkembangan tandan dan kriterianya.

Table 1. Code for observation on fruit development stages and its criteria

Kode	Kriteria
DS (Daun Satu)	Merupakan tahapan kemunculan daun kesatu, yaitu daun paling muda dan telah 100% membuka sempurna.
BD (Bunga Dompot)	Bunga masih tertutup oleh seludang sehingga masih belum jelas jenis kelamin dari bunga tersebut.
PS (Pecah Seludang)	Seludang yang menjadi pembungkus bunga telah membuka sehingga jenis kelamin bunga telah dapat diidentifikasi (selanjutnya hanya bunga betina yang akan diamati)
RES (Reseptif)	Merupakan tahapan mekarnya bunga betina, disebut juga sebagai fase anthesis bunga betina.
TDN (tandan)	Telah terjadi penyerbukan pada bunga betina dan membentuk buah.
PAN (Panen)	Buah telah matang fisiologis (berwarna merah merata dan mulai memberondol).

Kode pengamatan dalam Tabel 1 selanjutnya menjadi dasar pembagian lima fase perkembangan tandan dalam penelitian ini, yaitu Fase DS-BD (fase kemunculan daun satu hingga kemunculan bunga dompet), Fase BD-PS (fase bunga dompet hingga seludang pembungkus bunga dompet terbuka/pecah seludang), Fase PS-RES (fase perkembangan bunga dompet yang telah teridentifikasi sebagai bunga betina hingga bunga betina tersebut memasuki fase reseptif), Fase RES-TDN (fase perubahan bunga reseptif telah terbuahi dan kemudian menjadi tandan), Fase TDN-PAN (fase sejak tandan terbentuk hingga tandan masak fisiologis dan siap dipanen).

Perhitungan akumulasi panas (thermal units)

Thermal unit (akumulasi panas) dihitung menggunakan persamaan seperti disebutkan dalam penelitian Djufry *et al.*, (2000). Hal ini didasari pada pertimbangan bahwa kelapa sawit tidak responsif terhadap panjang hari serta fase perkembangan tanaman (s) memiliki korelasi positif dengan selisih

suhu rata-rata harian (T , °C) dan suhu dasar (T_b , °C). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$s = \sum_{i=1}^t \frac{(T - T_b)}{TU} \text{ atau}$$

$$ds = \frac{(T - T_b)}{TU} \text{ jika } T > T_b \text{ dan } ds = 0 \text{ jika } T \leq T_b$$

Keterangan:

s = fase perkembangan tanaman

TU = *thermal unit* yang dibutuhkan tanaman untuk mencapai suatu fase perkembangan (hari °C).

i...t = deret unit waktu (hari)

T = suhu rata-rata harian

T_b = suhu dasar tanaman kelapa sawit yaitu sebesar 15 °C (Hartley, 1988)

Berdasarkan uraian di atas, maka perhitungan akumulasi panas / TU pada setiap fase perkembangan tandan pada penelitian ini diilustrasikan oleh diagram pada Gambar 2.



Gambar 1. Fase perkembangan tandan: DS = daun satu; BD = bunga dompet; PS = pecah seludang; RES = reseptif; TDN = tandan terbentuk; PAN = tandan siap dipanen

Figure 1. Bunch development phases: DS = first leaf emergence; BD = folded inflorescence; PS = unfolded inflorescence; RES = receptive female flower; TDN = fertilized female flower; PAN = bunch ripened.

Analisis statistik

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah rancangan acak lengkap dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

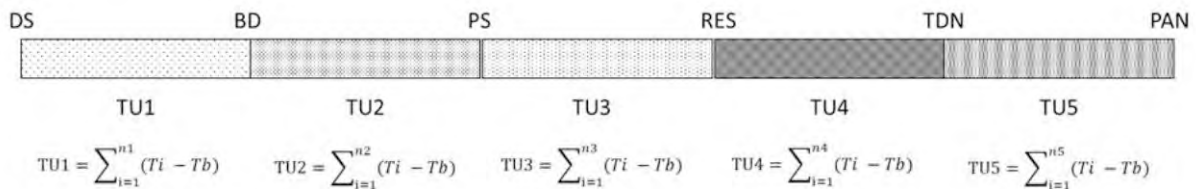
Keterangan: Y_{ij} = nilai akumulasi panas dan durasi

fase perkembangan pada varietas ke- i & ulangan ke- j ; μ = nilai tengah umum; τ_i = pengaruh varietas ke- i ; ϵ_{ij} = galat percobaan pada varietas ke- i & ulangan ke- j .

Pengujian dilakukan terhadap nilai total akumulasi panas dan durasi serta nilai akumulasi panas dan durasi per fase pertumbuhan pada 8 varietas tanaman kelapa sawit sebagai perlakuan dan 3 aksesori per

varietas sebagai ulangan. Analisis statistik untuk mengetahui perbedaan akumulasi panas dan durasi fase perkembangan antar varietas dilakukan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan

taraf nyata (α) 10% menggunakan Software SPSS 16. Uji lanjut Tukey untuk mengetahui beda nilai tengah hasil perhitungan akumulasi panas dilakukan apabila terdapat beda nyata pada uji ANOVA dengan $\alpha = 10\%$.



Gambar 2. Perhitungan akumulasi panas/*thermal unit* pada setiap fase perkembangan tandan. Keterangan: TU1 = fase daun pertama-bunga dompet; TU2 = fase bunga dompet-pecah seludang; TU3 = fase pecah seludang-reseptif; TU4 = fase reseptif-tandan; TU5 = fase tandan-matang fisiologis; i = hari pengamatan

Figure 2. Calculation of thermal unit at each phase of bunch development. Note: TU1 = phase between appearance of the first leaf - appearance of folded inflorescence; TU2 = phase between folded inflorescence - unfolded inflorescence; TU3 = phase between unfolded inflorescence - receptive female flower; TU4 = phase between receptive female flower - fertilized female flower; TU5 = phase between fertilized female flower - physiologically bunch ripened; i = day of observation.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Iklm di lokasi penelitian

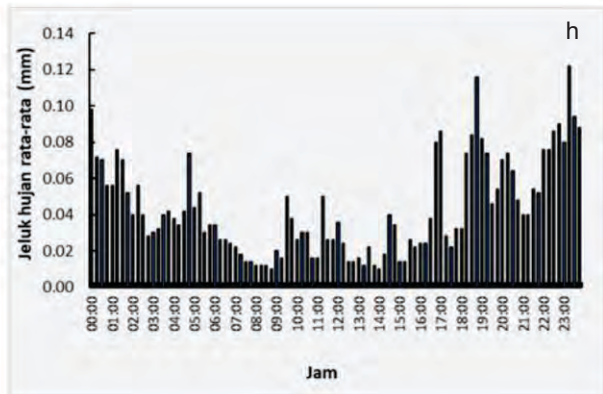
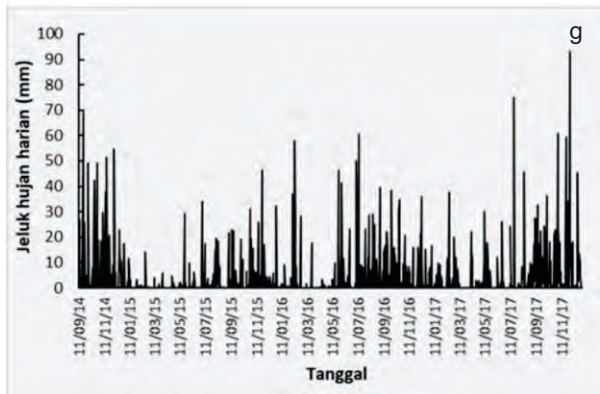
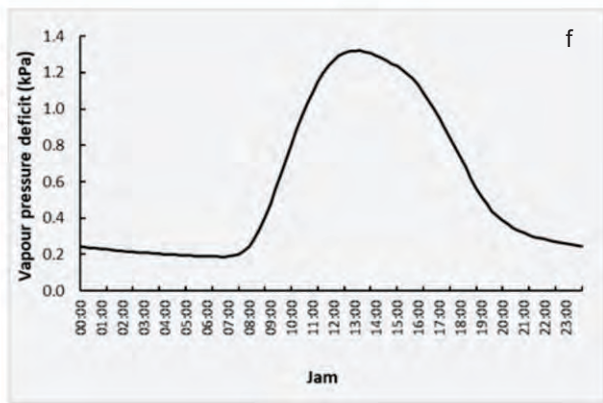
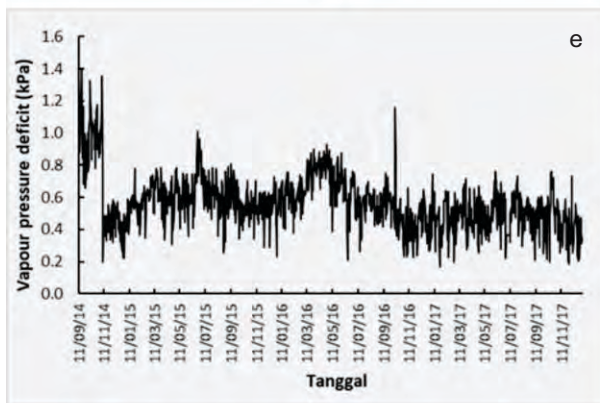
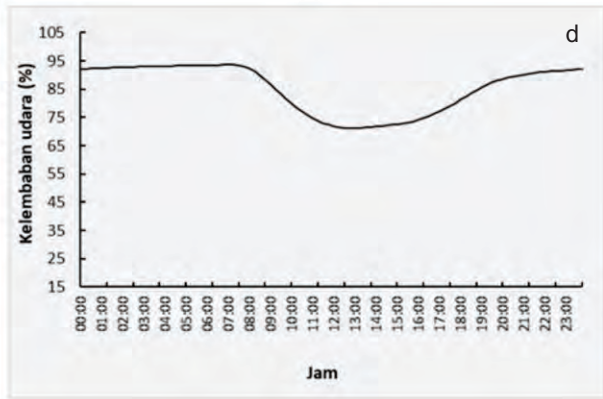
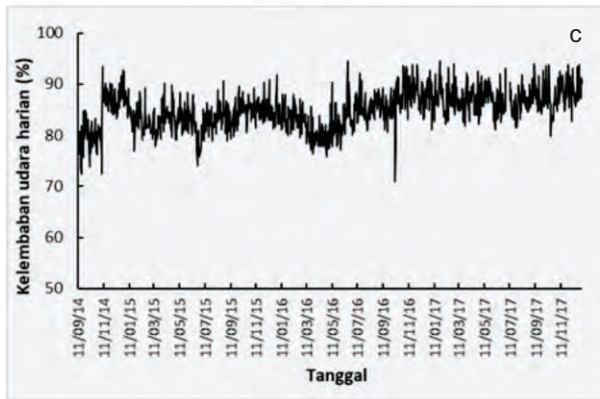
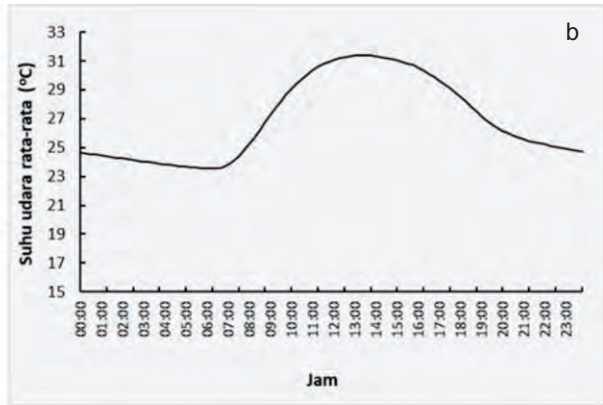
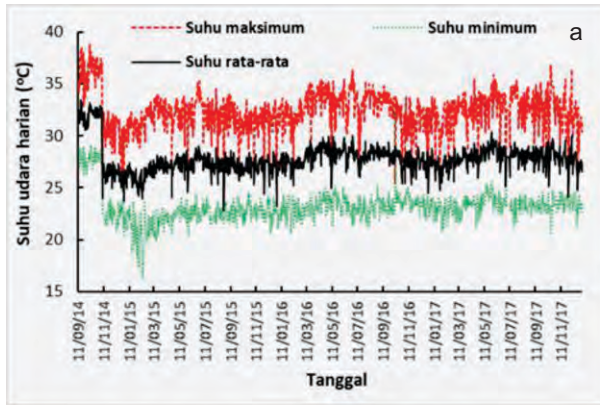
Kondisi iklim selama penelitian berlangsung ditampilkan pada Gambar 3. Suhu udara harian berkisar antara 23-34°C. Suhu udara maksimum harian tertinggi terjadi pada September 2014 yaitu sekitar 38°C, sementara suhu udara minimum harian selalu di atas suhu dasar pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit (15°C). Suhu rata-rata diurnal (perbedaan suhu siang dan malam) lebih fluktuatif dibandingkan suhu rata-rata bulanan, dengan rata-rata suhu terendah 24°C dan tertinggi 31°C. Suhu udara di lokasi penelitian masih berada pada rentang kondisi suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit, yaitu 18-38°C (Paramanathan, 2001; Arshad *et al.*, 2012; Pirker and Mosnier, 2015; Pirker *et al.*, 2016).

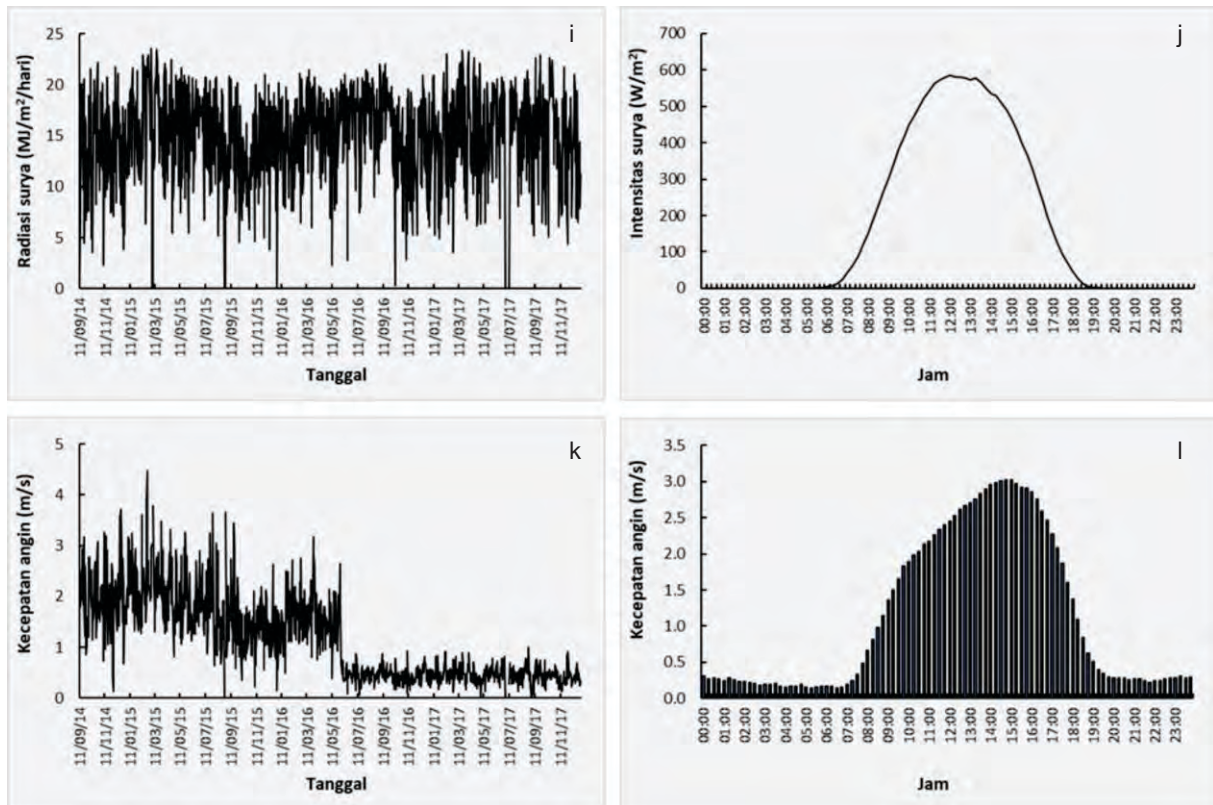
Rerata kelembaban udara harian berkisar antara 73% hingga 95%. Fluktuasi rerata kelembaban udara harian berbanding terbalik dengan fluktuasi rerata suhu udara harian. Kelembaban udara tertinggi tercapai pada malam dan dini hari, sedangkan kelembaban udara terendah terjadi pada siang hari saat suhu udara relatif lebih tinggi. Hasil perhitungan *vapour*

pressure deficit (VPD) menunjukkan bahwa nilai VPD berkisar antara 0,2 hingga 1,4. Nilai VPD biasanya berbanding lurus dengan suhu udara, tetapi berbanding terbalik dengan kondisi kelembaban udara (Paramanathan, 2011).

Jeluk hujan harian (mm) di lokasi penelitian berkisar antara 0-90 mm/hari. Hujan umumnya terjadi pada sore dan malam hari, hal ini sangat menguntungkan untuk budidaya kelapa sawit. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa lokasi penelitian mengalami defisit air pada tahun 2014-2017 berturut-turut sebesar 214 mm, 251 mm, 63 mm, dan 0 mm, yang berarti masih sesuai (*favourable*) untuk pengembangan tanaman kelapa sawit (Rhebergen *et al.*, 2016).

Rerata radiasi surya harian adalah 15 MJ/m²/hari, sedangkan rerata intensitas radiasi diurnal mencapai maksimal pada tengah hari (12.00 – 13.00 WIB) sebesar 600 W/m². Tingkat radiasi yang berada pada kisaran 7-21 MJ/m²/hari cukup optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit (Paramanathan, 2011; Corley and Tinker; Rhebergen *et al.*, 2016). Kecepatan angin relatif berfluktuasi antara 0 – 4,5 m/s. Kecepatan angin cukup tinggi umumnya terjadi pada pagi hingga sore hari, sedangkan di malam hari kecepatan angin relatif rendah.





Gambar 3. Kondisi (a) suhu udara maksimum, minimum, rata-rata harian (b) suhu rata-rata diurnal (c) kelembaban udara harian (d) kelembaban udara diurnal (e) *vapour pressure deficit* harian (f) *vapour pressure deficit* rata-rata diurnal (g) curah hujan harian (h) curah hujan rata-rata diurnal (i) intensitas radiasi matahari harian (j) intensitas radiasi matahari diurnal (k) kecepatan angin rata-rata harian dan (l) kecepatan rata-rata angin diurnal

Figure 3. Conditions of (a) daily maximum, minimum, mean air temperature (b) diurnal mean temperature (c) daily relative humidity (d) diurnal relative humidity (e) daily Vapor Pressure Deficit (f) diurnal Vapor Pressure Deficit (g) daily rainfall depth (h) diurnal rainfall depth (i) daily intensity of solar radiation (j) diurnal intensity of solar radiation (k) daily average wind speed (l) diurnal average wind speed

Fase perkembangan tandan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata durasi tahapan perkembangan dari daun satu (DS) hingga matang panen (PAN) pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan Yangambi berturut-turut adalah 457 hari, 454 hari, 476 hari, 467 hari, 452 hari, 484 hari, 478 hari dan 479 hari. Durasi terpendek dalam perkembangan dari kemunculan daun kesatu hingga panen dimiliki DxP PPKS 540, sementara durasi terpanjang dimiliki DxP PPKS 718. Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan hasil kajian Corley and Tinker (2015) yang menyatakan bahwa

durasi yang dibutuhkan dari kemunculan daun satu hingga tandan dipanen adalah sekitar 14 bulan atau 420 hari. Perbedaan durasi perkembangan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor genetik, pedoagroklimat, dan pengelolaan tanaman.

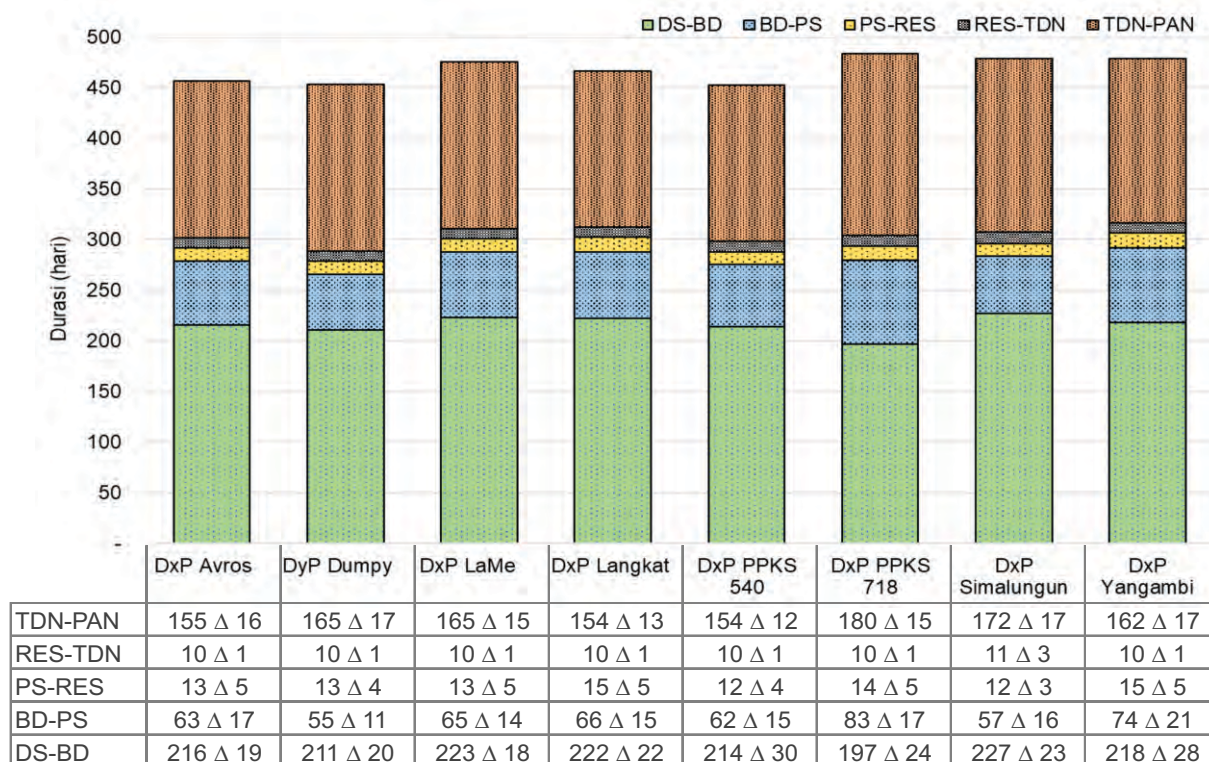
Berdasarkan fase perkembangan pada setiap varietas (Gambar 4), durasi terpanjang adalah fase DS-BD. Durasi fase BD-PS relatif sama pada enam varietas, sedangkan pada dua varietas (DxP Yangambi dan DxP PPKS 718) fase BD-PS mencapai > 74 hari. Fase PS-RES dan RES-TDN relatif seragam dengan kisaran rerata durasi berturut-turut sebesar 12-15 hari dan 10-11 hari. Rerata durasi fase TDN-

PAN bervariasi dengan kisaran 154-180 hari. Secara umum, varietas DxP PPKS 540 cenderung konsisten memiliki durasi fase-fase perkembangan yang lebih pendek dibandingkan varietas lainnya.

Akumulasi panas (thermal unit)

Besaran total akumulasi panas yang diperlukan tanaman kelapa sawit varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan Yangambi dari tahapan BD hingga PAN berturut-turut adalah 5.785 °C hari, 5.756 °C hari, 6.050 °C hari, 5.903 °C hari, 5.775 °C

hari, 6.164 °C hari, 6.105 °C hari, dan 6.084 °C hari (Gambar 5). Hasil uji ANOVA menunjukkan tidak adanya beda nyata antara rerata akumulasi panas total antar varietas tersebut. Nilai akumulasi panas tersebut lebih rendah dibandingkan hasil penelitian akumulasi panas pada tanaman kelapa sawit *interspecific hybrid E. oleifera x E. guineensis* di Kolombia yaitu sebesar 6.480 °C hari (Hormaza *et al.*, 2012). Nilai akumulasi panas yang lebih rendah pada penelitian ini mungkin disebabkan oleh metode penghitungan yang dimulai sejak daun tombak membuka 100%, sementara pada penelitian Hormaza *et al.* (2012) nilai akumulasi panas dihitung sejak dari daun tombak yang sudah membuka 70%.

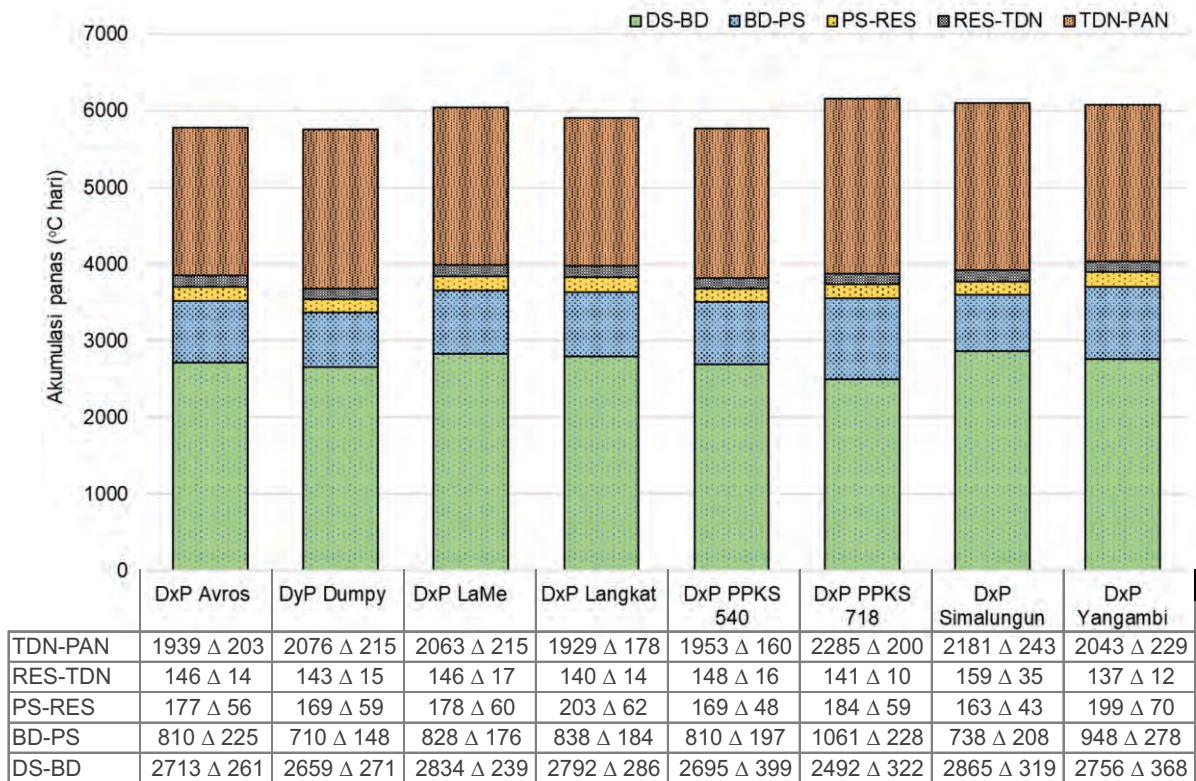


Gambar 4. Durasi perkembangan tandan pada delapan varietas kelapa sawit.

Figure 4. Bunch development duration on eight oil palm varieties.

Akumulasi panas yang dibutuhkan selama fase DS-BD berkisar antara 2.492 – 2.865 °C hari, dengan akumulasi panas tertinggi terdapat pada varietas DxP Simalungun. Kemunculan bunga dompet (BD) umumnya mulai terjadi pada pelepah 17-18 (dihitung dari pelepah termuda yang telah membuka sempurna). Kondisi ini sesuai dengan hasil

penelitian Combres *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa kemunculan bunga pada tanaman kelapa sawit dewasa umumnya terjadi pada pelepah 18 hingga 20. Sementara itu, menurut Hormaza *et al.* (2012), kemunculan bunga pada ketiak pelepah sudah teramati mulai pelepah 15 hingga 20.



Gambar 5. Akumulasi panas/thermal unit perkembangan tandan pada delapan varietas kelapa sawit.

Figure 5. Thermal unit of bunch development from eight oil palm varieties.

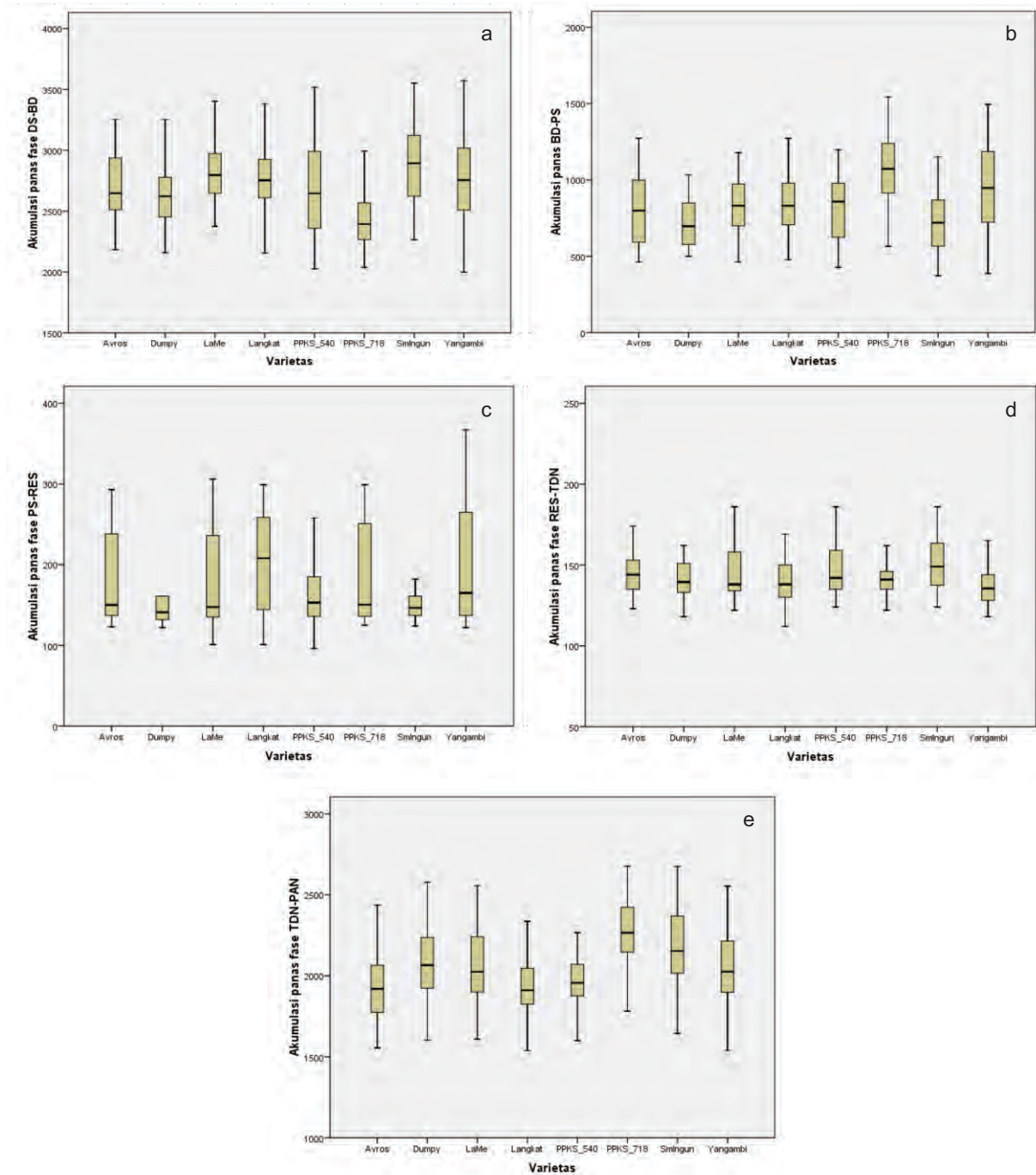
Akumulasi panas pada fase BD-PS berada dalam rentang 710 – 1.061°C hari. Berdasarkan hasil pengamatan, bunga betina akan mengalami pecah seludang (PS) pada pelepah 24 – 27 tergantung jumlah akumulasi panas yang diperlukan. Pada varietas DxP Dumpy yang memerlukan akumulasi panas relatif rendah, pecah seludang terjadi pada pelepah ke-24. Disisi lain, pada varietas DxP PPKS 718 yang membutuhkan akumulasi panas tertinggi pada fase BD-PS, pecah seludang baru terjadi pada pelepah ke-27.

Pada fase PS-RES, kebutuhan panas delapan varietas berkisar antara 163 hingga 203°C hari, sedangkan pada fase RES hingga TAN memerlukan akumulasi panas dengan kisaran 137 – 159°C hari. Kedua fase tersebut berlangsung cukup singkat dibandingkan fase perkembangan tandan lainnya. Kedua fase tersebut umumnya terjadi pada pelepah 25 hingga 29. Nomor pelepah berlangsungnya kedua fase tersebut pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy,

DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi berturut-turut adalah pada pelepah 27, 25, 26, 27, 26, 29, 26 dan 28.

Untuk fase pematangan tandan hingga tandan siap dipanen, varietas DxP Langkat memiliki rerata akumulasi panas terendah yaitu 1.929°C hari. Sebaliknya, varietas DxP PPKS 718 memiliki rerata akumulasi panas tertinggi sebesar 2.285°C hari. Posisi tandan siap panen pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi berturut-turut adalah pada pelepah 42, 39, 41, 40, 38, 46, 40, dan 41.

Walaupun secara total tidak terdapat perbedaan nyata pada besaran thermal unit antar varietas, perbedaan nyata justru terdapat besaran thermal unit pada fase DS-BD, BD-PS, PS-RES, RES-TDN, dan TDN-PAN. Rentang data thermal unit (akumulasi panas) per fase dari masing-masing varietas



Gambar 6. Grafik boxplot akumulasi panas pada fase perkembangan (a) daun pertama-bunga dompet (b) bunga dompet-pecah selundang (c) pecah selundang-reseptif (d) reseptif-tandan (e) tandan-matang fisiologis.

Figure 6. Boxplot of thermal units at development phase of (a) appearance of the first leaf-appearance of folded inflorescence; (b) folded inflorescence- unfolded inflorescence; (c) = unfolded inflorescence - receptive female flower; (d) receptive female flower - fertilized female flower; (e) fertilized female flower – physiologically ripened bunch.

ditunjukkan pada Gambar 6. Sementara itu, hasil uji nilai tengah terhadap data akumulasi panas per fase perkembangan pada delapan varietas PPKS tersebut disajikan pada Tabel 2.

Data pada Gambar 6 dan Tabel 2 menunjukkan belum adanya pola yang jelas pada besaran akumulasi panas pada masing-masing varietas untuk menyelesaikan tiap-tiap fase perkembangan.

Namun demikian, terdapat kecenderungan bahwa varietas DxP Avros, DyP Dumpy dan DxP PPKS 540 memerlukan besaran akumulasi panas yang lebih rendah dibandingkan varietas lainnya. Sementara itu, varietas DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi cenderung memerlukan besaran akumulasi panas yang lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya.

Tabel 2. Hasil uji lanjut untuk akumulasi panas pada setiap fase perkembangan tandan.

Table 2. Results of post hoc test for thermal unit at each phase of bunch development.

Varietas	Akumulasi panas (°C hari)				
	DS-BD	BD-PS	PS-RES	RES-TDN	TDN-PAN
DxP Avros	2.713 ^{bc}	810 ^{bc}	177 ^{ab}	146 ^{ab}	1.939 ^a
DyP Dumpy	2.659 ^b	710 ^a	169 ^{ab}	143 ^{ab}	2.076 ^b
DxP LaMe	2.834 ^{de}	828 ^c	178 ^{ab}	146 ^{ab}	2.063 ^b
DxP Langkat	2.792 ^{cde}	838 ^c	203 ^b	140 ^{ab}	1.929 ^a
DxP PPKS 540	2.695 ^{bc}	810 ^{bc}	169 ^{ab}	148 ^b	1.953 ^a
DxP PPKS 718	2.492 ^a	1.061 ^e	184 ^{ab}	141 ^{ab}	2.285 ^d
DxP Simalungun	2.865 ^e	738 ^{ab}	163 ^a	159 ^c	2.181 ^c
DxP Yangambi	2.756 ^{bcd}	948 ^d	199 ^b	137 ^a	2.043 ^b

Keterangan: nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 10\%$.

Note: means followed by different letters in the same column were significantly different at $\alpha = 10\%$.

KESIMPULAN

Kemunculan daun pertama hingga tandan siap dipanen pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi berturut-turut berlangsung selama 457 hari, 454 hari, 476 hari, 467 hari, 452 hari, 484 hari, 478 hari dan 479 hari. Sementara itu, akumulasi panas yang diperlukan dalam menyelesaikan fase perkembangan tandan pada varietas DxP Avros, DyP Dumpy, DxP LaMe, DxP Langkat, DxP PPKS 540, DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi tersebut berturut-turut adalah 5.785°C hari, 5.756°C hari, 6.050°C hari, 5.903°C hari, 5.775°C hari, 6.164°C hari, 6.105°C hari, dan 6.084°C hari. Varietas DxP Avros, DyP Dumpy dan DxP PPKS 540 memerlukan besaran akumulasi panas

yang lebih rendah dibandingkan varietas lainnya. Varietas DxP PPKS 718, DxP Simalungun dan DxP Yangambi cenderung memerlukan besaran akumulasi panas yang lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya. Informasi akumulasi panas ini dapat digunakan sebagai dasar pemilihan varietas dengan kondisi suhu tertentu. Selain itu, informasi ini juga dapat dijadikan dasar bagi pengembangan varietas kelapa sawit yang adaptif terhadap variansi suhu khususnya dalam menghadapi pengaruh perubahan iklim global.

DAFTAR PUSTAKA

Arshad, A. M., M. E. Armanto, and A. M. Zain. 2012. Evaluation of climate suitability for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) cultivation.

- Journal of Environmental Science and Engineering*, B, 1(2B).
- Bakoume, C., N. Shahbudin, S. Yacob, C. S. A Siang, and M. N. Thambi. 2013. Improved Method for Estimating Soil Moisture Deficit in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Areas With Limited Climatic Data. *Journal of Agricultural Science* 5 (8): 57–65.
- Brown, P. W. 2013. Heat Units. Terhubung berkala: <https://extension.arizona.edu> (Diakses: 31 January 2018).
- Cha-um, S., N. Yamada, T. Takabe, and C. Kirdmanee. 2013. Physiological feature and growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in response to reduced water deficit and rewatering. *Australian Journal of Crop Science* 7 (3): 432–439.
- Combres, J. C., B. Pallas, L. Rouan, I. Mialet-Serra, J.P. Caliman, S. Braconnier, J.C. Soulié, and M. Dingkuhn. 2013. Simulation of inflorescence dynamics in oil palm and estimation of environment-sensitive phenological phases: A model based analysis. *Functional Plant Biology* 40(3): 263–279. doi: 10.1071/FP12133.
- Corley, R. H. V. and P.B. Tinker. 2015. *The Oil Palm*. 5th Editions. Wiley-Blackwell.
- Darlan, N. H., H.H. Siregar, E. Listia, dan E.S. Sutarta. 2009. Evaluasi terkini kenaikan suhu dan perluasan tanaman kelapa sawit di dataran tinggi di Sumatera Utara. *J. Agromet*, 23(2): 112–122.
- Djufry, F., Handoko, dan Y. Koesmaryono. 2000. Model fenologi tanaman kelapa sawit. *J. Agromet* 15 (1-2): 33–42.
- Grigorieva, E., A. Matzarakis, and C. de Freitas, 2010. Analysis of growing degree-days as a climate impact indicator in a region with extreme annual air temperature amplitude. *Climate Research* 42(2): 143–154. doi: 10.3354/cr00888.
- Hartley, W. 1988. *The Oil Palm*. 3rd Edition. New York: Longman Scientific Technical.
- Hatfield, J. L. and J. H. Prueger. 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes* 10: 4–10. doi: 10.1016/j.wace.2015.08.001.
- Hormaza, P., E. M. Fuquen, and H. M. Romero. 2012. Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Scientia Agricola* 69(4): 275–280. doi: 10.1590/S0103-90162012000400007.
- Koesmaryono, Y., S. Sangadji, dan Tania June. 2002. Akumulasi panas tanaman soba (*Fagopyrum esculentum* Moench cv. kitawase) pada dua ketinggian di iklim tropika basah. *J. Agromet* 16 (1 & 2): 8–13.
- Listia E., D. Indradewa, dan E.T.S. Putra. 2015. Pertumbuhan, produktivitas dan rendemen minyak kelapa sawit di beberapa ketinggian tempat. *Jurnal Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 23 (1): 9–15.
- Mimboro, P., Widiatmaka, A. Sutandi, dan A. Iswati. 2015. Pengembangan kriteria kesesuaian lahan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PT Perkebunan Nusantara III, Sumatera Utara. *Jurnal Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 23 (1): 16–26.
- Murray, F. W. 1967. On the computation of saturation vapor pressure. *J. Appl. Meteorol.* 6: 203–204.
- Paramanathan, S. 2011. *Agronomic Principles And Practices Of Oil Palm Cultivation*. Edited by S. Goh, K.J., Chiu, S.B., Paramanathan. Selangor Dahrul Ehsan: Agricultural Crop Trust (ACT).
- Parthasaranthi, T., G. Velu, and P. Jeyakumar. 2013. Impact of crop heat units on growth and developmental physiology of future crop production: A review. *Journal of Crop Science and Technology* 2(1): 11–18.
- Pirker, J. and A. Mosnier, A. 2015. Global oil palm suitability assessment. Laxenburg, Austria.
- Pirker, J. A. Mosnier, F. Kraxner, P. Havlik, and M. Orbersteiner. 2016. What are the limits to oil palm expansion? *Global Environmental Change* 40: 73–81.
- Rhebergen, T., T. Fairhurst, S. Zingore, M. Fisher, T. Oberthür, and A. Whitbread. 2016. Climate, soil and land-use based land suitability evaluation for oil palm production in Ghana. *European Journal of Agronomy*. Elsevier B.V., 81. pp. 1–14. doi: 10.1016/j.eja.2016.08.004.

- Sinaga, M.I.A, H. Guchi, dan A. Lubis. 2015. Hubungan ketinggian tempat dengan infeksi FAM pada perakaran tanaman kopi (*Coffea* sp) di Kabupaten Dairi. *J. Agroekoteknologi*. 3(4): 1575–1584.
- Sun, C., Cao Hong-xing, Hong-bo Shao, Xin-tao Lei, and Yong Xiao. 2011. Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *African Journal of Biotechnology* 10: 10465–10471.
- Syarovy, M., E. N. Ginting, dan H. Santoso. 2015. Respon morfologi dan fisiologi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman air. *WARTA PPKS* 20 (2): 77–85.
- Tailliez B. J. 1976. Perhitungan defisit air. *Bulletin BPPM* 4(4): 145–148.
- Verheye W. 2010. Growth and production of oil palm. Terhubung berkala: <http://www.eolss.net>. (Diakses: 31 January 2018).
- Wen P. P. and M. J. Sidik. 2011. Impacts of rainfall, temperature and recent El Ninos on fisheries and agricultural products in The West Coast of Sabah [2000-2010]. *Borneo Science* 28 (March): 73–85.