



Fenologi Kelapa Sawit dan Hubungannya dengan Curah Hujan dan Kedalaman Muka Air di Lahan Gambut

Oil Palm Phenology and Its Relationship to Rainfall and Water Table Depth in Peatlands

Husni Mubarak, Fendri Ahmad*, M Nizam Tambusai, Agus Nur Hidayat, Imbransya Ali Harahap
PT Astra Agro Lestari Tbk.

*Corresponding author: ahmadfendri22@gmail.com

Received: August 03, 2022; Accepted: September 10, 2022; Published: October 31, 2022

ABSTRACT

Oil palm phenology is a period of developmental phases of oil palm which is used to determine the development of oil palm, especially flowers, and fruit. Research on oil palm phenology on peatlands provides an overview of proper peat management and high productivity. The study aimed to get information on the growth phase and the development of oil palm time on peat land and the correlation with the environmental factor. The method used was the Marihat variety which was planted in 2002 on peat land and relatively maintained for the water table at 40-60 cm. The research was conducted from August 2017 until December 2020 on one of the oil palm plantation companies in Siak Regency, Riau Province. Direct observations related to plants' vegetative and generative phases were carried out, which were observed on 24 plant samples every seven days. The results showed that the oil palm frond leaf increase averaged 1,8 fronds for each month. The time needed from the appearance of 1st frond until an unknown flower appeared on average is 218 days. The length of the male flower phase from the unknown flower to the dry male flower is an average of 78 days. The female flower phase period from unknown flowers until the oil palm fruits have harvested an average of 226 days. The time it takes for oil palms on peat soil, from the appearance of the 1st fronds to the fruits, to be harvested is an average of 444 days. The sex ratio of the flower is not correlated with the rainfall, the number of rainy days, and the water table because the water table on the location is always maintained. Optimizing the water table is essential for managing oil palm productivity on peatlands.

Key words: Environment; flower appearance; sex ratio

Cite this as: Mubarak, H., Ahmad, F., Tambusai, M. N., Rohmah D. A. (2022). Fenologi Kelapa Sawit dan Hubungannya dengan Curah Hujan dan Kedalaman Muka Air di Lahan Gambut. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(2), 111-118. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i2.64249>.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas yang dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis lahan, termasuk lahan gambut (Sabiham dan Sukarman, 2012). Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit merupakan upaya peningkatan produksi kelapa sawit guna memenuhi permintaan kebutuhan pasar global (Triyono et al., 2015). Namun, Menurut Vello et al., (2015) budidaya kelapa sawit di lahan gambut harus memperhatikan jenis gambut karena sangat signifikan mempengaruhi produksi.

Lahan gambut yang dimanfaatkan untuk pertanian dan perkebunan, memiliki produktivitas yang baik dan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Wahyunto et al., 2013). Pencapaian produksi kelapa sawit di lahan gambut yang dikelola dengan baik mencapai 23 ton/ha/tahun. Produktivitas dan karakter agronomi kelapa sawit pada tanah mineral dan tanah gambut sama, kecuali tinggi tanaman, diameter kanopi dan jumlah tandan dimana lahan mineral menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan gambut (Budianto et al., 2016).

Pengelolaan gambut yang berkelanjutan dalam budi daya kelapa sawit diperlukan agar produksi tinggi dan

gambut tetap lestari (Yuliani, 2014). Faktor lingkungan sangat mempengaruhi fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti cahaya, suhu, kelembaban udara dan ketersediaan air (Taiz et al., 2015). Ilmu yang mempelajari periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan disebut fenologi. Trimanto et al., (2020) menyatakan bahwa fenologi pembungaan sebagai salah satu karakter penting dalam siklus hidup tumbuhan, karena perkembangbiakan tumbuhan bermula dari fase tersebut.

Tumbuhan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola pembungaan dan pembuahannya, namun pada umumnya diawali dengan kemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla dan Vargas, 2004). Pengamatan fenologi tanaman kelapa sawit dilakukan mulai dari munculnya pelepah baru, kemunculan bunga sampai buah matang secara fisiologis (Pradiko et al., 2019). Kematangan buah ditandai dengan perubahan warna, untuk tipe *Nigrescens* dari hitam menjadi *orange* kemerahan (Razali et al., 2012). Pengamatan fase-fase tersebut secara periodik dan dihubungkan dengan kondisi lingkungan akan membantu dalam rekayasa lingkungan sekitar tanaman kelapa sawit sehingga produktivitas

tanaman optimal.

Saat ini belum banyak penelitian fenologi kelapa sawit khususnya pada lahan gambut. Kajian mengenai hubungan antara faktor lingkungan dengan fenologi kelapa sawit pada lahan gambut akan memberikan gambaran pengelolaan gambut yang tepat dan produktivitas yang tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui periode fase pertumbuhan dan perkembangan fenologi kelapa sawit di lahan gambut dan hubungannya dengan faktor lingkungan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam produksi tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan varietas DxP Marihat dengan tahun tanam 2002 pada tanah gambut dengan kedalaman lebih dari 2 m dan kedalaman muka air relatif terjaga pada 40-60 cm. Penelitian dilaksanakan Bulan Agustus 2017 sampai Desember 2020 di perusahaan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Siak Provinsi Riau Indonesia (0° 44' N, 101° 43' E).

Penelitian ini menggunakan metode observasi fenologi kelapa sawit dengan jumlah sampel sebanyak 24 tanaman kelapa sawit. Penanaman menggunakan sistem blok dengan luas 30 ha per blok. Kelapa sawit dibudidayakan sesuai dengan SOP perusahaan perkebunan. Lokasi blok pengamatan sampel telah dilengkapi dengan kanal atau sarana tata kelola air yang terdiri atas saluran utama (*main drain*), saluran sekunder (*collection drain*) dan pintu atau sekat kanal. Peubah pengamatan terdiri atas pengamatan fase vegetatif dan fase generatif yang dilakukan dengan

frekuensi tujuh hari. Pengamatan fase vegetatif terdiri atas pengamatan jumlah pelepah dan penambahan jumlah pelepah. Fase generatif terdiri atas pengamatan bunga jantan, bunga betina dan perkembangan bunga serta buahnya. Kemunculan dan perkembangan bunga betina diamati meliputi bunga dompet (bunga belum dikenal), bunga pecah seludang, bunga reseptif, buah cengkeh, buah hitam, buah merah dan buah matang. Perkembangan bunga jantan meliputi bunga dompet, bunga pecah seludang, bunga anthesis dan bunga kering. Deskripsi setiap tahapan perkembangan bunga dan buah dikelompokkan berdasarkan skala yang ditetapkan oleh BBCH (*Biologische Bundesantalt Bundessortenamt und Chemische Industrie*) (Sujadi et al., (2019) (Tabel 1).

Pengamatan cuaca meliputi curah hujan dan hari hujan menggunakan *Automatic Weather Station* Tipe Davis. Pengamatan kedalaman muka air menggunakan alat *dipwell* yang terbuat dari pipa PVC diameter 3 inci dan panjang 150 cm sebanyak 9 titik dibagi menjadi 3 jalur pengamatan. Setiap jalur terdiri atas 3 titik pengamatan dengan jarak 50 m, 150 m dan 250 m dari tepi blok. Hasil pengamatan dianalisis untuk mengetahui lama setiap fase perkembangan dan posisi kemunculan bunga. *Sex ratio* dihitung dengan rumus ((jumlah bunga betina/total bunga) x 100%). Data dianalisis menggunakan statistik sederhana dengan program *Microsoft Excel 2019* dan analisis korelasi regresi menggunakan *Software Genstat v20.1.24528*.

Tabel 1. Daftar kode BBCH dan deskripsi

BBCH Kode	Deskripsi
Tahap kelima: kemunculan bunga jantan dan betina	
500	Bunga masih belum terlihat jelas
501	Bunga belum terdiferensiasi, ukuran bunga sekitar 10%
503	Bunga berukuran 30% dari struktur bunga normal
505	Bunga berukuran 50% dari struktur bunga normal
509	Bunga berukuran 90% dari struktur bunga normal
Tahap keenam: bunga jantan dan betina	
Bunga Betina	
601	Pra-reseptik I, bunga berada di tengah berwarna hijau terang karena posisi tangkai bunga mengarah ke tengah
602	Pra-reseptik II, tangkai bunga telah mulai membuka dan tertutup oleh keliling kelopak yang berwarna hijau pucat atau kemerahan
603	Pra-reseptik III, tangkai bunga lebih membuka
607	Reseptik, lebih 70% tepal telah terbuka
609	Fase transisi, bunga betina menjadi tandan yang terjadi penyerbukan pada bunga betina, dan adanya perubahan warna pada stigma bunga menjadi warna ungu
Bunga jantan	
601	Pra anthesis 1, seludang bunga telah mulai pecah
602	Pra anthesis 2, seludang dan spikelet mulai membuka
603	Pra anthesis 3, tangkai bunga mengalami pemanjangan dan menyebabkan pemacuan pembukaan spikelet
607	Anthesis, pembukaan spikelet bunga sudah sempurna, dan sudah ada serbuk sari
609	Akhir anthesis, bunga jantan berubah warna menjadi coklat gelap dan mengalami pengeringan
Tahap ketujuh: perkembangan buah	
700	Bunga betina telah mulai dibuahi, terjadi perubahan warna pada stigma dari keunguan menjadi kehitaman
703	30% buah sudah mulai terbentuk
708	80% buah sudah mulai terbentuk

709	Pembentukan buah 100%
Tahap kedelapan: proses pematangan buah dan tandan	
800	Buah berukuran maksimal dan adanya perubahan warna kematangan yang khas
805	Buah hampir masak kecuali di bagian ujung tandan, dengan cangkang buah keras dan berwarna coklat
807	Seluruh permukaan buah menunjukkan kematangan, daging buah sudah lunak dan buah siap untuk dipanen
809	Tandan sudah lewat waktu panen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemunculan pelepah

Pengamatan perkembangan fenologi tanaman kelapa sawit dimulai dari munculnya pelepah ke-1 sampai buah memberondol yaitu 444 hari (Gambar 1). Penandaan nomor pelepah fenologi diurutkan terbalik dengan pelepah agronomi (Gambar 2). Kemunculan pelepah muda yang telah 75% membuka menandai adanya penambahan jumlah pelepah pada kelapa sawit. Rata-rata penambahan pelepah kelapa sawit di areal gambut berturut-turut dari 2018, 2019 dan 2020 sebanyak 22,5; 22,2 dan 22,1 pelepah per tahun atau 1,88; 1,85 dan 1,84 pelepah per bulan. Banyaknya jumlah pelepah yang muncul akan berpengaruh terhadap jumlah bunga atau tandan yang dihasilkan. Hasil produksi kelapa sawit akan berbeda sesuai jumlah pelepah yang ditinggalkan per periode (Gromikora et al., 2014). Bakal bunga akan muncul pada ketiak pelepah yang kemudian berkembang menjadi tandan buah.

Bunga dompet (bakal bunga)

Pengamatan perkembangan bunga betina kelapa sawit dimulai dari bunga dompet sampai bunga betina pecah seludang (Gambar 3). Bunga dompet merupakan bakal bunga yang masih tertutup seludang sehingga identitas kelaminnya belum dapat dipastikan. Gambar 1 menunjukkan bahwa kemunculan bunga dompet terlihat mulai pelepah ke-13 sampai 16. Waktu yang diperlukan sejak kemunculan pelepah hingga muncul bunga dompet rata-rata 218 hari (Gambar 1). Hasil tersebut berbeda dibandingkan dengan kelapa sawit di tanah mineral. Waktu yang diperlukan sejak kemunculan pelepah hingga kemunculan bunga pada tanah mineral yaitu 232 hari (Sujadi dan Supena 2020). Pada tanah gambut, kemunculan bunga yang lebih cepat dipengaruhi kondisi tanaman yang mengalami cekaman lingkungan. Areal gambut memiliki beberapa faktor pembatas antara lain retensi dan ketersediaan hara serta kematangan gambut (Sufardi et al., 2016). Tanaman akan lebih cepat berbunga, berbuah dan panen guna mempersingkat siklus hidupnya ketika mengalami cekaman lingkungan (Maimunah, 2018).

Bunga Betina dan Bunga Jantan Pecah Seludang

Bunga pecah seludang adalah bunga dompet yang berkembang dan terbuka seludangnya sehingga terlihat bunga betina atau bunga jantan. Pada Gambar 1 terlihat bahwa kejadian bunga pecah seludang rata-rata terlihat pada pelepah ke-17 baik bunga betina maupun bunga jantan. Lama periode pembukaan seludang pada bunga betina yaitu 54 hari dan bunga jantan 51 hari (Gambar 1). Waktu yang diperlukan pada tanah gambut lebih cepat dibandingkan tanah mineral. Pada tanah mineral, bunga pecah seludang 64 hari sejak kemunculan bunga (Sujadi dan Supena, 2020).

Bunga Jantan Anthesis

Bunga jantan anthesis merupakan fase bunga jantan yang menyediakan pollen dalam proses penyerbukan bunga betina. Lama periode sejak bunga pecah seludang sampai anthesis rata-rata 18 hari dan fase bunga jantan anthesis hanya berlangsung selama 7 hari (Gambar 1). Periode tersebut tidak berbeda baik di tanah gambut maupun di tanah mineral sebagaimana hasil penelitian Sujadi dan Supena (2020). Gambar 1 memperlihatkan bahwa total periode perkembangan bunga jantan sejak muncul bunga dompet hingga bunga jantan kering 78 hari. Perkembangan bunga jantan dimulai dari bunga dompet sampai bunga jantan kering terlihat pada Gambar 4.

Ketersediaan bunga jantan yang semakin banyak akan meningkatkan populasi kumbang *E. camerinicus* sehingga meningkatkan nilai *fruitset* kelapa sawit (Prasetyo dan Susanto, 2016). Bunga jantan juga berperan sebagai tempat peletakan telur kumbang *E. camerinicus* yang membantu dalam proses penyerbukan. Salah satu cara meningkatkan kemunculan tandan bunga jantan yaitu dengan melakukan penunasan berat (Prasetyo et al., 2021).

Bunga Betina Reseptif

Bunga betina reseptif adalah fase bunga betina yang mekar dan siap untuk terjadinya polinasi (Gambar 5). Fase ini penting dalam keberhasilan pembentukan *fruitset* tinggi dan fase ini hanya berlangsung selama 3 hari (Gambar 1). Hasil ini sesuai pernyataan Sujadi dan Supena (2020) bahwa fase bunga betina reseptif berlangsung selama 3 hari. Pada Gambar 1 terlihat bahwa waktu yang diperlukan sejak bunga betina pecah seludang hingga reseptif berkisar 21 hari.

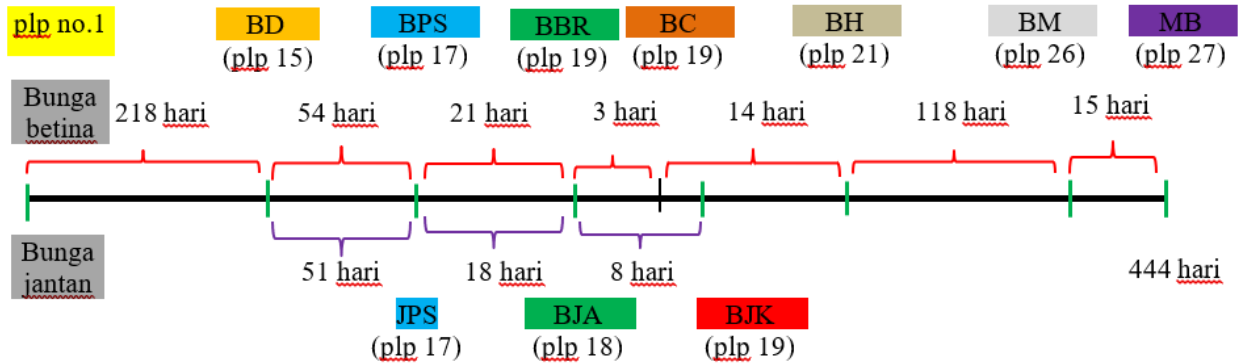
Perkembangan tandan hingga panen

Tandan buah terbentuk setelah terjadinya proses penyerbukan pada fase bunga betina reseptif. Awalnya buah akan berbentuk seperti buah cengkeh yang berlangsung selama kurang lebih 14 hari (Gambar 1). Ukuran buah akan semakin besar dan berwarna hitam (tipe *Nigrescent*) dan berubah menjadi kemerahan. Waktu yang diperlukan tandan kelapa sawit pada tanah gambut sejak proses penyerbukan hingga buah kemerahan rata-rata 118 hari (Gambar 1). Setelah buah berwarna oranye kemerahan maka buah bagian terluar pada tandan akan mulai terlepas sebagai tanda tandan siap dipanen. Gambar 1 menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan sejak bunga betina reseptif hingga siap panen pada tanah gambut rata-rata 147 hari. Pada tanah mineral, sejak tandan terbentuk hingga siap panen memerlukan waktu rata-rata 144 hari (Sujadi dan Supena, 2020). Perkembangan mulai dari terbentuknya buah hitam sampai buah merah berdasarkan skala BBCH ditampilkan pada Gambar 6.

Total waktu yang diperlukan kelapa sawit di areal gambut sejak kemunculan pelepah hingga tandan siap

panen adalah 444 hari (Gambar 1). Sujadi dan Supena (2020) menyatakan bahwa perkembangan bunga dan tandan kelapa sawit sejak muncul pelepah ke-1 hingga tandan matang panen memerlukan waktu 454 hari. Kelapa sawit pada tanah gambut memerlukan waktu relatif lebih cepat dibandingkan di tanah mineral dalam fase pembentukan buah hingga siap panen dimana tanaman diduga mengalami cekaman lingkungan. Zhang et al., (2021) menyatakan bahwa tingkat

keasaman lahan gambut relatif tinggi berkisar 3 -5. pH asam akan meningkatkan kelarutan Al dan Fe di tanah gambut (Siregar et al., 2021). Hidayah et al., (2020) menyatakan bahwa kelapa sawit tercekam Al pada kandungan 400 uM. Terganggunya perakaran tanaman ketika mengalami cekaman mengakibatkan tanaman berbunga lebih cepat untuk menghindari cekaman lebih lanjut (Kisman, 2010).



Gambar 1. Diagram fase perkembangan bunga dan buah kelapa sawit; BD: bunga dompet; BPS: bunga betina pecah seludang; JPS: bunga jantan pecah seludang; BBR: bunga betina reseptif; BJA: bunga jantan anthesis; BJK: bunga jantan kering; BC: buah cengkeh; BH: buah hitam; BM: buah merah; MB: buah merah membrondol; plp: pelepah



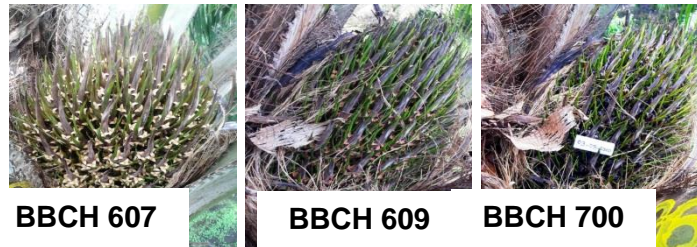
Gambar 2. Penandaan pelepah fenologi



Gambar 3. Skala BBCH bunga dompet - bunga betina pecah seludang



Gambar 4. Skala BBCH perkembangan bunga jantan



Gambar 5. Skala BBCH bunga betina reseptif – buah cengek



Gambar 6. Skala BBCH buah hitam pertama - buah merah

Hubungan kemunculan bunga dan lingkungan

Cuaca merupakan faktor yang mempengaruhi perkembangan tanaman kelapa sawit, salah satunya yaitu curah hujan. Curah hujan sepanjang pengamatan menyebar hampir rata dengan rata-rata perbulan pada tahun 2017 dan 2018 yaitu 182 mm, tahun 2019 yaitu 152 mm dan tahun 2020 yaitu 180 mm (Gambar 7). Curah hujan tidak berkorelasi dengan kemunculan bunga betina ($r = -0,160$) dan dengan kemunculan bunga jantan ($r = -0,165$). *Sex ratio* merupakan perbandingan bunga betina dengan total bunga, sehingga *sex ratio* tidak berkorelasi dengan curah hujan ($r = -0,056$). Rata-rata *sex ratio* 0,53 (53%) dengan rata-rata kemunculan bunga betina per bulan 0,9 dan kemunculan bunga jantan 0,8.

Hari hujan tidak berkorelasi dengan kemunculan bunga jantan ($r = -0,088$), bunga betina ($r = 0,153$) dan *sex ratio* ($r = -0,223$) (Gambar 8). Hari hujan menyebar rata sepanjang tahun penelitian dan tidak terdapat bulan yang tidak ada hari hujan (0 hari hujan) dengan rata rata 15,7 hari hujan dan paling sedikit 7 hari hujan per bulan. Tanaman kelapa sawit akan terganggu pembungaannya jika terdapat >3 bulan kering.

Curah hujan akan mempengaruhi produksi tandan buah melalui perubahan *sex ratio* apabila terjadi defisit air. Menurut Agustina et al., (2018) defisit air sebanyak 470 mm/tahun akan berdampak pada jumlah betina, yaitu mengalami penurunan mencapai 40% setelah kekeringan. Pada penelitian ini kondisi defisit air masih di bawah 200 mm/tahun dan masih berada dalam batas

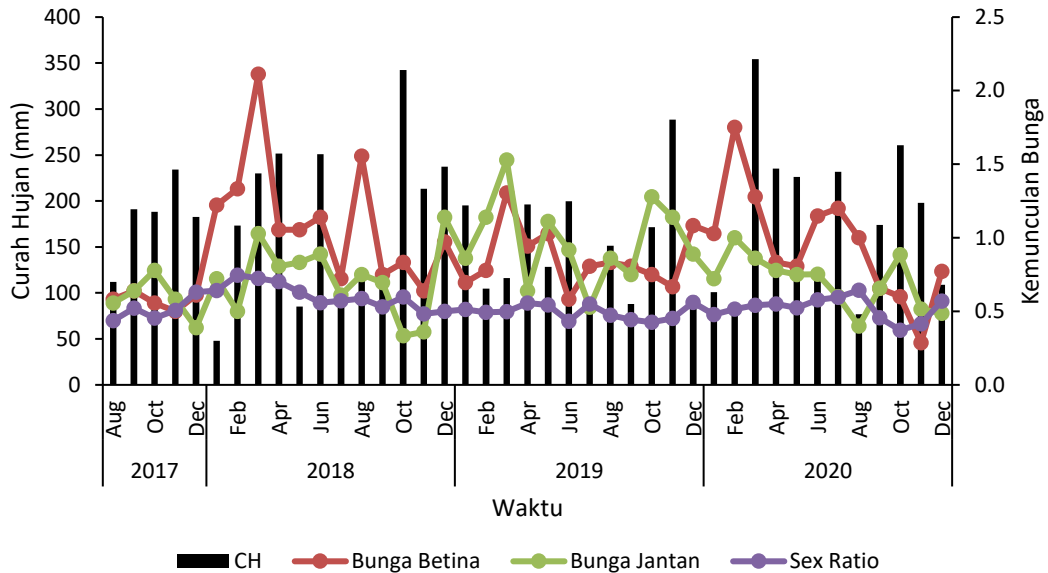
ambang toleransi tanaman. Curah hujan tahunan 1.825-2.183 mm. Curah hujan optimum untuk pertumbuhan kelapa sawit berkisar 1.700-2.500 mm/tahun dengan penyebaran merata sepanjang tahun dan jumlah bulan kering kurang dari 2 bulan (Corley and Tinker, 2015). Iklim sangat mempengaruhi kemunculan bunga kelapa sawit (Saripudin dan Putra, 2015). Jumlah bulan kering selama penelitian kurang dari 2 bulan per tahun dan jumlah hari hujan merata sepanjang tahun (Tabel 2). Hasil penelitian ini menunjukkan curah hujan tidak berpengaruh terhadap kemunculan bunga dan *sex ratio* karena curah hujan dalam kondisi optimum untuk proses pembentukan bunga. Curah hujan sebanyak 1.750-3.000 mm/tahun merupakan kondisi optimal untuk proses fisiologis dan produktivitas kelapa sawit (Sun et al., 2011; Syarovy et al., 2015).

Kedalaman muka air pada lahan gambut adalah salah satu faktor utama untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit termasuk kemunculan bunga betina, bunga jantan dan *sex ratio*. Kedalaman muka air rata-rata yaitu -40.17 cm dengan rata-rata pada tahun 2018, 2019 dan 2020 berturut-turut yaitu -45; -55; -39 cm (Gambar 9). Kemunculan bunga jantan dan betina tidak berkorelasi dengan kedalaman muka air ($r = -0,03$ dan $-0,17$) dan tidak berkorelasi dengan *sex ratio* bunga kelapa sawit ($r = 0,08$). Kedalaman muka air tersebut berada pada kondisi normal untuk perkembangan tanaman kelapa sawit, sehingga tanaman tidak mengalami stress kelebihan atau kekurangan air di perakarannya. Kedalaman muka

air berkorelasi signifikan dengan curah hujan ($r = 0,456$; $P = 0,003$). Kedalaman muka di lahan gambut yang baik yaitu 35-50 cm, karena pada kondisi tersebut mampu mempertahankan kelembaban tanah sampai lapisan atas dan meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit (Winarna et al., 2017). Pengelolaan kedalaman muka air optimum untuk tetap menjaga agar gambut tidak kering yaitu berkisar 40-60 cm (Soewardita, 2018; Siallagan et al., 2021).

Salah satu strategi pengelolaan lahan gambut untuk

budi daya tanaman yaitu *water management system*. Pengaturan tata kelola air di lahan gambut yang digunakan untuk pengusahaan tanaman kelapa sawit harus memperhatikan kesesuaian dan kelestarian gambut. Pengelolaan tata air pada prinsipnya mendrainase air jika berlebih pada musim hujan dan mempertahankan level air pada musim kemarau dengan adanya parit utama, parit tengah dan *field drain* (Saragih dan Hariyadi, 2016).



Gambar 7. Hubungan curah hujan dengan kemunculan bunga dan *sex ratio*

Tabel 2. Keadaan curah hujan dan defisit air tahun 2018-2020

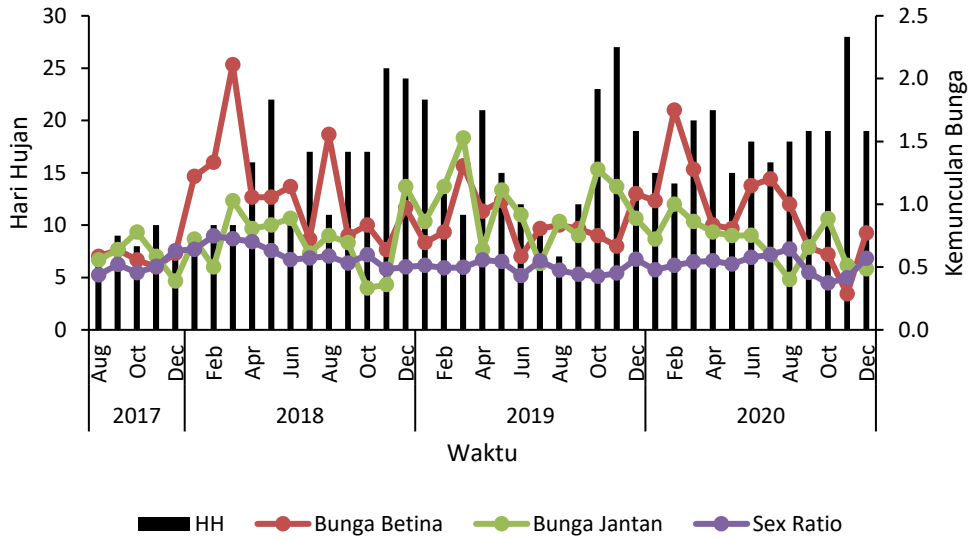
Tahun*	Curah Hujan (mm/tahun)	Defisit air** (mm/tahun)	Jumlah bulan kering***	Rata-rata hari hujan/bulan
2018	2.183	153	1	15,7
2019	1.825	107	0	16,0
2020	2.159	120	0	18,5

Keterangan:

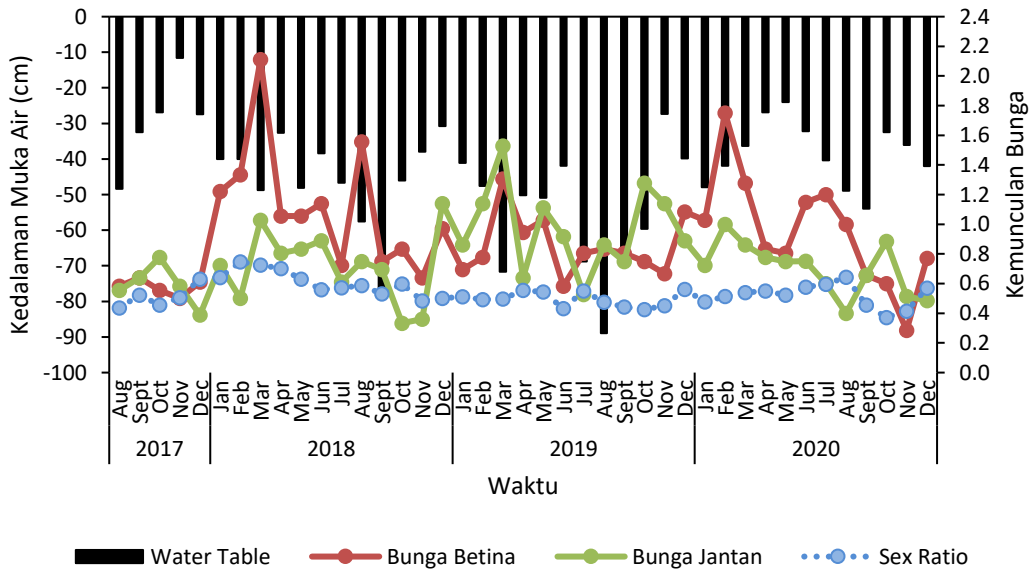
*Tahun 2017 tidak dilampirkan

**Defisit air berdasarkan metode Tailliez (1973)

*** Bulan kering berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson



Gambar 8. Hubungan hari hujan dengan kemunculan bunga dan sex ratio



Gambar 9. Hubungan kedalaman muka air dengan kemunculan bunga dan sex ratio

KESIMPULAN

Pertambahan jumlah pelepah kelapa sawit umur 16 sampai 18 tahun pada areal gambut rata-rata 22 pelepah per tahun atau 1,8 pelepah per bulan. Waktu yang diperlukan kelapa sawit pada tanah gambut sejak kemunculan pelepah hingga panen tandan buah segar rata-rata 444 hari. Selama penelitian, curah hujan dan kedalaman muka air tidak berkorelasi dengan kemunculan bunga dan sex ratio dimana kondisi kedalaman muka air selalu terjaga pada level antara 40 cm-60 cm. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut yaitu mempertahankan tinggi muka air dalam kondisi optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, S., R. Wandri, D. Asmono. 2018. Performa tanaman kelapa sawit pada musim kering di Sumatera Selatan; Pengaruh defisit air terhadap fenologi tanaman. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Tantangan dan Solusi Pengembangan PAJALE dan Kelapa Sawit Generasi Kedua (Replanting) di Lahan Suboptimal.*

Palembang, 18-19 Oktober 2018, hal. 67-73.
 Budiarto, E., E. Rahayu, E. Firmansyah. 2016. Kajian produksi dan karakter agronomi kelapa sawit pada lahan mineral dan lahan gambut di PT Subur Arum Makmur 2. *J. Agromast.* 1(2): 1-9.
 Corley, R.H.V., P.B. Tinker. 2015. *The Oil Palm* Fifth Editions. Willey-Blackwell, Inc., Publ. Hoboken, New Jersey, USA.
 Gromikora N., Y. Sudirman, Suwanto. 2014. Permodelan pertumbuhan dan produksi kelapa sawit pada berbagai taraf penunasan pelepah. *J. Agron. Indonesia.* 42(3): 228-235.
 Hidayah, A.N., S. Yahya, D. Sopandie. 2020. The tolerance of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings to Al stress is enhanced by citric acid and natural peat water. *Biodiversitas* 21 (10):4850-4858.
 Kisman. 2010. Karakter morfologi sebagai penciri adaptasi kedelai terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal Agroteksos.* 20: 23-29.
 Maimunah, G. Rusmayadi, B.F. Langai. 2018.

- Pertumbuhan dan hasil dua varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di bawah kondisi cekaman kekeringan pada berbagai stadia tumbuh. *Jurnal Enviro. Scientea*. 14(3): 211-221.
- Pradiko, I., Sujadi, S. Rahutomo. 2019. Pengamatan fenologi pada delapan varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) menggunakan konsep thermal unit. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 27(1): 57-69.
- Prasetyo, A.E., A. Susanto. 2016. Perkembangan populasi *Elaeidobius kamerunicus* FAUST pasca introduksi dan peningkatan *fruit set* kelapa sawit di Pulau Seram, Maluku, Indonesia. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 24(1): 47 – 55.
- Prasetyo, A.E., N. Supena, A. Susanto. 2021. Kajian penunasan berat pelepah terhadap kuantitas dan kualitas bunga jantan kelapa sawit serta ketertarikan *Elaeidobius kamerunicus* FAUST. *Bul. Palma*. 22(1): 52-61.
- Razali, M.H., A. Somad, M.A. Halim, S. Roslan. 2012. A review on crop plant production and ripeness forecasting. *Inter Jour of Agri and Crop Scien*. 4(2): 54-63.
- Sabiham, S., Sukarman. 2012. Pengelolaan lahan gambut untuk pengembangan kelapa sawit di Indonesia. *J. Sumberdaya Lahan*. 6(2):55-66.
- Saragih, J.M., Hariyadi. 2016. Pengelolaan lahan gambut di perkebunan kelapa sawit di Riau. *Bul. Agrohorti*. 4(3): 312-320.
- Saripudin, E., E.T.S. Putra. 2015. Fenologi kemunculan pelepah dan bunga dari dua genotipe kelapa sawit di Sumatera dan Kalimantan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(3):621-628.
- Siallagan, E.J., Wawan, Nelvia. 2021. Hubungan perbedaan tinggi muka air terhadap kadar Cu dan Zn daun serta pertumbuhan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di lahan gambut. *J. Solum*. 18(1): 12-22.
- Siregar A, Walida HM, Sitanggang KD, Harahap FS, Triyanto Y. 2021. Karakteristik sifat kimia tanah lahan gambut di perkebunan kencur Desa Sei Baru Kecamatan Panai Hilir Kabupaten Labuhanbatu. *Agrotechnology Res J*. 5(1): 56–62.
- Soewandita, H. 2018. Kajian pengelolaan tata air dan produktivitas sawit di lahan gambut (studi kasus: lahan gambut perkebunan sawit PT Jalin Vaneo di Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat). *J. Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 19(1): 41-50
- Sufardi, Manfarizah, Khairullah. 2016. Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit di areal hutan rawa gambut Tripa Provinsi Aceh: kendala dan solusi. *Jurnal Pertanian Tropik*. 3(3): 267-277.
- Sujadi, N. Supena. 2020. Tahap perkembangan bunga dan buah tanaman kelapa sawit. *Warta PPKS*. 25(2): 64-71.
- Sujadi, N. Supena, E. Suprianto. 2019. Karakteristik perkembangan bunga dan buah 35 aksesori Angola koleksi PPKS di Kebun Adolina PT Perkebunan Nusantara IV. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 27(2): 97–114.
- Sun, C., H. Cao, H. Shao, X. Lei, Y. Xiao. 2011. Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *Afri. Jour. Biotec*. 10(51): 10465–10471.
- Syarovy, M., E.N. Ginting, H. Santoso. 2015. Respon morfologi dan fisiologi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman air. *Warta PPKS*. 20(20): 1-11.
- Tabla, V.P., C.F. Vargas. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Bot*. 94(2): 243- 250.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. 2015. Plant Physiology and Development 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, CT.
- Trimanto, D.A. Pitaloka, D. Metusala. 2020. Karakterisasi morfologi dan fenologi pembungaan dua aksesori *Kopsia pauciflora* Hook.f. bunga putih dan merah muda di Kebun Raya Purwodadi, Jawa Timur. *Bul. Plasma Nutfah* 26(2):77–88.
- Triyono, D. A. Muani, S. Sagiman. 2015. Strategi pengembangan kebun kelapa sawit lahan gambut Kabupaten Kubu Raya. *J. Social Economic of Agriculture*, 4 (2):40-48.
- Veloo, R. E.V. Ranst, P. Selliah. 2015. Peat characteristics and its impact on oil palm yield. *Wageningen Journal of Life Sciences*. 72: 33-40.
- Wahyunto, A. Dariah, D. Pitono, M. Sarwani. 2013. Prospek pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit di Indonesia. *Jurnal Perspektif*. 12(1): 11-22.
- Winarna, M.A. Yusuf, S. Rahutomo, E.S. Sutarta. 2017. Dampak muka air tanah dan ameliorant terhadap kelembapan tanah, emisi CO₂ dan produksi kelapa sawit pada tanah gambut. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 25(3): 147-160.
- Yuliani, N. 2014. Teknologi pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian. *Dalam Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi"*, Banjarbaru 6-7 Agustus 2014, hal. 361-373.
- Zhang, L., Gałka, M., Kumar, A., Liu, M., Knorr, K.H., Yu Z.G. 2021. Plant succession and geochemical indices in immature peatlands in the Changbai Mountains, northeastern region of China: implications for climate change and peatland development. *Sci Total Environ*. 773.