

PRODUKSI JENIS KELAMIN TANDAN BUNGA KELAPA SAWIT DAN RESPONSNYA TERHADAP PERLAKUAN *EXOGENOUS HORMONE* TANAMAN PADA LAHAN YANG MENGALAMI KEKERINGAN

PRODUCTION OF OIL PALM SEX INFLORESCENSE AND ITS RESPONSE ON THE TREATMENT OF PLANT EXOGENOUS HORMONE TREATMENT UNDER DROUGHT CONDITION

Iman Yani Harahap, Sumaryanto, Taufiq C. Hidayat, Wan Rizki Fauzi, dan Yusran Pangaribuan

Abstrak Untuk mengetahui pengaruh kekeringan terhadap produksi jenis kelamin tandan bunga kelapa sawit dan responsnya terhadap perlakuan hormon tanaman pada lahan yang mengalami kekeringan, maka dilakukan penelitian di kebun percobaan PPKS Pulau Maria, Kabupaten Asahan, Sumatra Utara selama 4 tahun pada tanaman kelapa sawit tenera berumur 8 tahun (tahun tanam 2005), yang ditanam pada lahan yang datar, dengan jenis tanah *Typic Paleudult*, dengan bertekstur lempung berpasir (*sandy loam*). Areal penelitian sering mengalami defisit air sebesar 200-400 mm setiap tahunnya. Perlakuan terdiri dari pemberian 4 jenis hormon, yaitu IAA (auksin, *Indole-3-acetic acid*), BAP (sitokinin, *6-benzylaminopurine*), GA₃ (gibberellin, *gibberellic acid*), dan ABA (asam absisik, *absisic acid*). Setiap jenis hormon diberikan dengan dosis 100, 300, dan 500 ppm/pohon, dengan frekuensi pemberian setiap 1 dan 2 kali. Disain penelitian adalah rancangan acak kelompok (*randomized block design*), dengan ulangan tiga kali. Peubah yang diamati produksi jenis bunga (jantan dan betina), bunga gugur, emisi pelepah daun, dan vegetatif, yaitu tinggi dan panjang rakhis pelepah daun. Analisis efek kekeringan dilakukan dengan analisis korelasi antara peubah iklim, curah hujan, hari hujan, dan defisit air tahunan dan produksi jenis tandan bunga. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan produksi tandan

bunga betina, meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga yang gugur. Perlakuan hormon auksin (IAA), memacu pertumbuhan organ vegetatif, tetapi sebaliknya menurunkan produksi tandan bunga betina dan meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga gugur. Perlakuan hormon gibberellin (GA₃), secara umum menurunkan produksi tandan bunga betina, dan meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga gugur, terutama pada tahun puncak cekaman kekeringan. Hormon sitokinin (BAP) dan asam absisik (ABA), menjaga produksi tandan bunga betina pada kondisi cekaman kekeringan, dengan mengurangi tandan bunga yang gugur. Hormon sitokinin (BAP), adalah hormon yang paling kuat dalam mempertahankan produksi tandan bunga betina.

Kata kunci: hormon, kekeringan, tandan bunga betina, tandan bunga jantan, tandan bunga gugur

Abstract To determining effects of drought on the oil palm sex inflorescence and its response on plant hormone treatment under drought condition. Then it was carried out the serial treatment at Indonesian oil palm research institute (IOPRI) field area trial in Pulau Maria, Asahan District, North Sumatra during 4 year (2013 until middle of 2016). These area having flat topography class with sandy loam texture of typical paleudult soil type and suffering frequently of 200- 460 mm water deficit per year. The trial were undertaken on oil palm tenera's type with 8 years old (planted in 2005). The trial including, 4 kind of phytohormone plus the control treatment, which treated on plant with several of dose and frequency. The phytohormone were IAA

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

Iman Yani Harahap (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: iyh_020464@yahoo.co.id

(auxsin, *Indole-3-acetic acid*), BAP (*citokinin*, 6-*benzylaminopurine*), GA₃ (*gibberelline*, *gibberellic acid*), dan ABA (*abscisic acid*). The dose of each of these kind of hormone were 100, 300, dan 500 ppm, with frequenscy application once and twice per year. The trial design following randomized block design with 3 replicated. Individual unit treatment was the indivdu plant. The variable that observed were female, male, and aborted inflorescence ; number of frond production; and vegetative growth (height of plant and length of rachis frond). Analysis effect the drought on oil palm sex inflorescene were done by correlation analysis between rainfall and water deficit with inflorescence production. The result shown drought period decline of female inflorescence, and increasing male and aborted inflorescence. Auxin (IAA) treatment, induced vegetatif growth, but contrarily, declining female inflorescence production and increasing male and aborted inflorescence. Gibberelline (GA₃) treatment, decreasing commonly female inflorescence production, and increasing male and aborted inflorescence, mainly in the certain peak of drought periods. Citokinin (ABA) and abscisic asid (ABA), tend to keep female inflorescence production in drought condition, in a way reducing number of aborted inflorescence. Citokinin (BAP), was dominantly plant hormone to keep female inflorescence production.

Keywords: hormone, drought, female inflorescence, male inflorescence, aborted inflorescence

PENDAHULUAN

Hasil kelapa sawit sangat ditentukan oleh produksi tandan bunga betina yang berkembang menjadi tandan buah kelapa sawit, sehingga rasio bunga betina terhadap jumlah total tandan bunga (*sex ratio*) sangat penting untuk diperhatikan. Kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.), adalah spesies *monoecius* yang termasuk tanaman palma dalam grup familia *Arecaceae* (Loo *et al.*, 2006). Sebagian besar spesies *monoecius*, termasuk kelapa sawit pembungaannya berumah dua (*diclinious*), di mana bunga betina dan bunga jantan terpisah fisik dan pembentukannya pada individu tanaman yang sama (Ainsworth, 2000). Pembentukan bunga pada kelapa sawit terjadi pada periode siklus yang berganti-ganti yang dipengaruhi oleh faktor genetis dan lingkungan. Seperti banyak dilaporkan bahwa pembentukan bunga jantan dan bunga yang gugur merupakan salah satu respon

terhadap kondisi cekaman kekeringan. Pada sebagian besar areal pertanaman kelapa sawit di Indonesia, frekuensi kekeringan semakin meningkat pada beberapa tahun terakhir ini, terkait fenomena *El Nino*, yang melanda wilayah pasifik selatan (Caliman dan Southworth, 1998). Fenomena *El Nino*, yang membawa kekeringan akan menjadi hambatan pencapaian produksi kelapa sawit di Indonesia.

Proses pembentukan suatu jenis kelamin bunga merupakan poses yang kompleks, yang diduga melibatkan metabolisme pembentukan pati dan gula dalam proses fotosynthesis dan aksi genetik dalam memproduksi hormon, dimana pembentukan pati dan gula serta sekresi hormon ditentukan ketersediaan air (Adam *et al.*, 2011). Sehingga proses pembentukan suatu jenis kelamin bunga dipengaruhi oleh 4 faktor yaitu abiotik (misal cekaman kekeringan), metabolisme (misal carbon reserves), status hormon, dan genetik. Peran hormon tanaman pada pembentukan jenis kelamin bunga telah banyak dilaporkan. Adam *et al.* (2011), menyatakan bahwa hormon jenis auxin (α -*naphthyleneacetic*, NAA), mendorong pembentukan bunga betina, sedangkan hormon gibberellin (*gibberellic acid*) mendorong pembentukan bunga jantan, dan hormon *ethepon* cenderung memperlambat pembungaan. Menurut Galoch (2015), perlakuan gibberellin pada tanaman *Canabis sativd*, juga menginduksi pembentukan bunga jantan, sedangkan auksin (IAA), etilen, dan sitokinin (*zeatin*), menginduksi bunga jantan, serta asam absisik (ABA), tidak berefek langsung terhadap pembentukan jenis kelamin bunga, tetapi bersifat antagonis terhadap efek IAA dan GA₃. Pada tanaman jagung, Yang dan Li (2012), menyebutkan bahwa, perlakuan gibberellin, sitokinin, dan asam jasonik, mempengaruhi pembentukan jenis kelamin bunga. Corley (1976) *dalam* Corley dan Tinker (2016), telah melaporkan terlebih dahulu, bahwa perlakuan exogenous hormon gibberellin meningkatkan produksi bunga jantan dan menurunkan produksi bunga betina pada kelapa sawit, sedangkan *ethepon* dan NAA, juga mempengaruhi pembentukan jenis kelamin bunga, tetapi tidak secara langsung seperti halnya hormon gibberellin. Selain hormon auxin dan gibberellin, Khryanin (2002), menyebut hormon sitokinin (*cytokinins*) dan ABA (*abscisic acid*) juga mempengaruhi pembentukan jenis kelamin bunga pada tanaman *monoecius* dan *dioecious*. Menurut Khryanin (2002), sitokinin diproduksi di jaringan akar

dan ditransportasikan melalui batang untuk memicu pembentukan bunga betina, demikian juga hormon ABA yang juga mendorong pembentukan bunga betina. Semua jenis hormon yang terlibat dalam pembentukan jenis kelamin bunga secara genetik diproduksi di jaringan tanaman (*endogenous hormone*) sejalan pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri dan dalam merespon kondisi lingkungan tumbuh.

Pada tanaman kelapa sawit, proses pembentukan, pertumbuhan dan perkembangan bunga (insiasi sampai tandan buah matang fisiologis) dapat menghabiskan waktu 28 - 39 bulan lamanya, tergantung pada kondisi umur tanaman. Pada periode tersebut terdapat fase-fase perkembangan bunga yang responsif terhadap kondisi lingkungan. Tandan bunga kelapa sawit berkembang sejalan dengan pertumbuhan pelepah daun. Kedudukan pelepah daun kelapa sawit tersusun dalam spiral berjenjang *phytotaxis*, yang artinya setiap lingkaran taksa terdapat 8 pelepah kelapa sawit. Berdasar kedudukan pelepah daun tersebut, maka fase-fase perkembangan tandan bunga sejalan dengan pertumbuhan pelepah daun tersebut. Menurut Adam *et al.* (2011), fase-fase utama pembungaan terdiri dari, insiasi, determinasi sex, aborsi bunga, pematangan bunga, dan pematangan buah. Insiasi pembungaan berada pada posisi pelepah daun - 40 (minus berarti pelepah daun belum muncul), insiasi ini terjadi sekitar 28 - 39 bulan sebelum tandan buah matang, determinasi sex, terjadi pada kedudukan pelepah - 20, yang terjadi pada 20 - 28 bulan sebelum tandan buah matang, aborsi bunga, pada kedudukan pelepah 0 sampai dengan + 10, yang terjadi pada 4 - 9 bulan sebelum tandan buah matang, pematangan bunga, pada kedudukan pelepah + 20, yang terjadi pada 5,5 - 6 bulan sebelum tandan buah matang, dan matang buah, pada kedudukan pelepah 32, yaitu pada saat panen.

Berdasarkan laporan-laporan tersebut, dapat diduga bahwa mekanisme genetik atas respons lingkungan menyebabkan tanaman memproduksi hormon-hormon *endogenous* yang memicu diferensiasi sex pada pembungaan. Hormon-hormon tersebut secara spesifik maupun bersama-sama mempengaruhi diferensiasi sex, terutama pada fase tertentu pada pertumbuhan dan perkembangan bunga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekeringan dan respons perlakuan *exogenous* hormon-hormon pada areal yang

mengalami kekeringan terhadap produksi jenis kelamin tandan bunga kelapa sawit. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar perlakuan hormon untuk mengendalikan pembentukan jenis bunga kelapa sawit dalam kaitannya dengan strategi pencapaian produksi tandan kelapa sawit pada areal yang sering mengalami kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun percobaan PPKS Pulau Maria, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara selama 4 tahun pada tanam kelapa sawit *tenera* berumur 8 tahun (tahun tanam 2005), yang ditanaman pada lahan yang datar, dengan jenis tanah *Typic Paleudult*, dengan tekstur lempung berpasir (*sandy loam*). Tingkat kesuburan tanah dinilai sedang. Areal penelitian sering mengalami defisit air, dengan bulan kering terjadi sekitar 2-3 bulan setiap tahunnya. Perawatan tanaman dilakukan standar dengan pemupukan dilakukan secara rutin 2 kali setahun, yang meliputi pupuk majemuk NPK dan pupuk dolomit (Mg).

Perlakuan terdiri dari pemberian 4 jenis hormon, yaitu IAA (auksin, *Indole-3-acetic acid*), BAP (sitokinin, *6-benzylaminopurine*), GA3 (gibberellin, *gibberellic acid*), dan ABA (asam absisik, *abscisic acid*). Setiap jenis hormon diberikan dengan dosis 100, 300, dan 500 ppm, dengan frekuensi pemberian setiap 6 bulan (2 kali setahun) dan 12 bulan (1 kali setahun), sehingga jumlah frekuensi selama 4 tahun adalah sebanyak 6 kali untuk frekuensi 6 bulan dan 3 kali untuk frekuensi 12 bulan. Sebagai kontrol perlakuan juga diberikan air akuades, dengan frekuensi pemberian yang sama (6 dan 12 bulan). Total perlakuan adalah 24 perlakuan hormon dan 1 perlakuan kontrol, dengan tiap perlakuan diulang 3 kali. Setiap unit perlakuan menggunakan 1 pohon. Pemberian hormon dilakukan dengan cara injeksi (menggunakan bor), injeksi dilakukan pada bagian batang pada ketinggian 1 - 1,5 meter dari permukaan tanah. Injeksi dilakukan pada dua titik dengan arah 45 derajat terhadap sumbu vertikal batang dengan kedalaman injeksi 20 - 25 cm. Setiap titik pemboran akan diinjeksikan 40cc hormon, sehingga total pemberian 80cc. Desain penelitian adalah rancangan acak kelompok (*randomized block design*), dengan ulangannya disusun dalam kelompok (blok). Peubah yang diamati meliputi aspek fenologi, yaitu produksi jenis bunga (jantan dan betina), bunga gugur, emisi

pelepah daun yang dilakukan setiap 2 minggu sekali, dan vegetatif, yaitu tinggi dan panjang rakhis pelepah daun yang dilakukan 6 bulan sekali. Pengukuran vegetatif dilakukan pada daun ke-17, sistem *phylotaxis* kedudukan pelepah daun. Penghitungan tandan bunga gugur, dilakukan dengan cara mengurangi total emisi pelepah daun dalam setahun terhadap produksi jumlah bunga jantan dan betina pada tahun yang sama. Analisis kekeringan dilakukan dengan menghitung defisit air, yang menggunakan peubah-peubah iklim, yaitu curah hujan dan hari hujan. Efek kekeringan diketahui dari analisis korelasi antara produksi masing-masing jenis tandan bunga dengan peubah curah hujan, hari hujan dan defisit air tahunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Tandan Bunga dan Cekaman Kekeringan

Kekeringan yang diindikasikan defisit air umumnya terjadi di areal percobaan yaitu terjadi pada 2010-2011 dan 2014-2016, sedangkan kondisi tidak kekeringan terjadi pada 2009, 2012, dan 2013. Defisit air yang terjadi pada 2010-2011 dan 2014-2016 berkisar 200-460 mm per tahun (Tabel 1).

Defisit air tersebut akan mempengaruhi produksi tandan bunga dan kejadian tandan bunga gugur. Efek

kekeringan tersebut sudah dilaporkan beberapa peneliti, bahwa kondisi kekeringan dengan periode curah hujan rendah menyebabkan variasi terhadap jumlah tandan bunga, baik jantan dan betina (Corley dan Tinker, 2016; dan Caliman and Southworth, 1998).

Total produksi tandan bunga kelapa sawit per tahun berkisar 24-25 tandan per pohon. Komposisi produksi tandan bunga tersebut bervariasi pada tiap tahunnya (Gambar 1). Pada tahun 2013, tandan bunga betina mendominasi, yaitu 54% betina, 29% jantan dan 17% gugur, kemudian pada tahun 2014, tandan bunga jantan meningkat, dengan komposisi 52% betina, 35% jantan dan 12% gugur. Pada 2015, tandan bunga gugur meningkat, sehingga komposisinya menjadi 35% betina, 35% jantan dan 31% gugur. Pada tahun 2016, tandan bunga yang gugur semakin dominan, sehingga komposisinya menjadi 33% betina, 16% jantan dan 51% gugur. Akumulasi cekaman kekeringan dari 2013 hingga 2016, menyebabkan jumlah tandan bunga yang gugur semakin meningkat, dari komposisinya yang 17% menjadi 51%. Sebaliknya tandan bunga betina menurun dari 54% menjadi 35%. Sedangkan tandan bunga jantan meningkat dari 2013 ke 2014, (dari 29% menjadi 35%) tetapi relatif konstan pada 2015, dan menurun jauh pada 2016, yaitu hanya 16%.

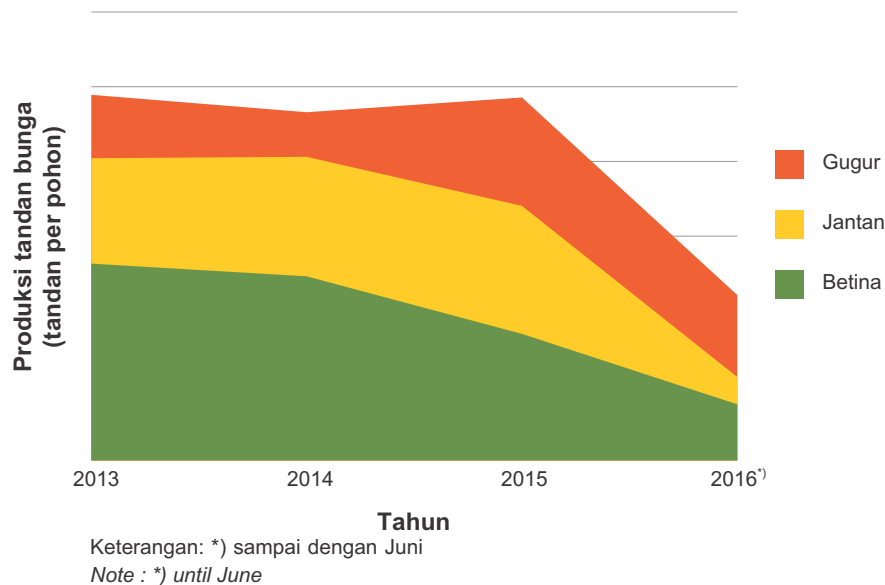
Tabel 1. kondisi hujan dan defisit air di lokasi penelitian pada 2009-2016.

Table 1. Rain and water deficit condition at trial location during 2009-2016.

Tahun	Curah hujan (mm)	Hari hujan (hari)	Defisit air (mm)
2009	2.024	92	0
2010	1.427	92	201
2011	1.748	88	227
2012	2.271	105	0
2013	1.737	94	0
2014	1.421	74	391
2015	1.069	93	463
2016 ^{*)}	612	83	301

Keterangan : *) sampai dengan Juni;

Note : *) until June



Gambar 1. Komposisi produksi jumlah tandan bunga berdasar jenis kelamin dan kejadian tandan bunga gugur pada 2013-2016.

Figure 1. The Composition of inflorescence number production according to sex and bunch failure during 2013-2016.

Pada selang waktu pembungaan tersebut, terdapat fase-fase proses perkembangan bunga yang menentukan jumlah dan jenis tandan bunga yang diproduksi. Fase-fase tersebut antara lain, insiasi, diferensiasi jenis kelamin bunga, fase pertumbuhan bunga, masa antesis, dan fase penyerbukan hingga matang fisiologis (Keong dan Keng, 2012; dan Combres et al., 2012). Pada fase-fase tersebut akan terjadi kejadian gugur bunga jika kondisi lingkungan mengalami cekaman, termasuk cekaman kekeringan. Produksi jenis bunga dan jumlah tandan bunga yang gugur dipengaruhi oleh kondisi hujan dan defisit air yang kejadiannya dapat terjadi pada waktu 1-2 tahun sebelumnya serta waktu tahun berjalan (Tabel 2).

Kejadian pengaruh kondisi hujan dan kekeringan yang terjadi pada waktu sebelumnya tersebut dapat terlihat dari kejadian defisit air satu tahun sebelumnya yang menurunkan produksi jumlah tandan betina dan meningkatkan jumlah tandan bunga yang gugur dan sebaliknya peningkatan curah hujan satu tahun sebelumnya meningkatkan produksi tandan bunga betina dan menurunkan jumlah produksi tandan bunga jantan dan tandan bunga yang gugur (Gambar 2).

Perlakuan Hormon dan Produksi Tandan Bunga

Perlakuan berbagai jenis hormon, yang diaplikasikan pada berbagai taraf dosis dan frekuensi tidak nyata mempengaruhi produksi tandan bunga betina, jantan, dan jumlah tandan bunga gugur (Tabel 3, 4, dan 5). Cekaman kekeringan yang terjadi 3 tahun berturut-turut (2014-2016), menyebabkan variasi individu tanaman yang besar dalam memproduksi jenis tandan bunga dan tandan bunga gugur, sehingga perlakuan hormon dalam berbagai dosis dan frekuensi tidak menunjukkan perbedaan nyata dalam produksi jenis kelamin tandan bunga tersebut. Analisis dengan mengelompokkan (*bulking*) hasil perlakuan hanya ke dalam masing-masing jenis hormon tanpa mengelaskan pada dosis dan frekuensi dapat mereduksi efek variasi genetik individu tanaman, sehingga memberikan pola efek perlakuan terhadap produksi tandan bunga yang lebih jelas. Walaupun demikian, pada kondisi alami, perlakuan hormon tanaman, dapat juga menyebabkan pembentukan jenis bunga yang sangat bervariasi (Chailakhyan dan Khryanin, 2012).

Tabel 2 . Korelasi hujan dan defisit air dengan produksi tandan bunga.

Table 2. The correlation of rain and water deficit with inflorescence production.

Hujan	Korelasi (r)					
	Produksi bunga Jantan		Produksi bunga betina		Bunga gugur	
	nilai	beda nyata	nilai	beda nyata	nilai	beda nyata
DA_0	0,71	*	-0,66	ns	0,36	ns
DA_1	0,45	ns	-0,84	**	0,93	**
DA_2	-0,70	*	0,57	ns	-0,22	ns
HH_0	-0,28	ns	-0,22	ns	0,67	*
HH_1	-0,61	ns	0,85	**	-0,78	*
HH_2	0,47	ns	-0,30	ns	-0,42	ns
CH_0	-0,65	ns	0,82	**	-0,69	*
CH_1	-0,69	*	0,77	*	-0,57	ns
CH_2	0,24	ns	0,28	ns	-0,71	*

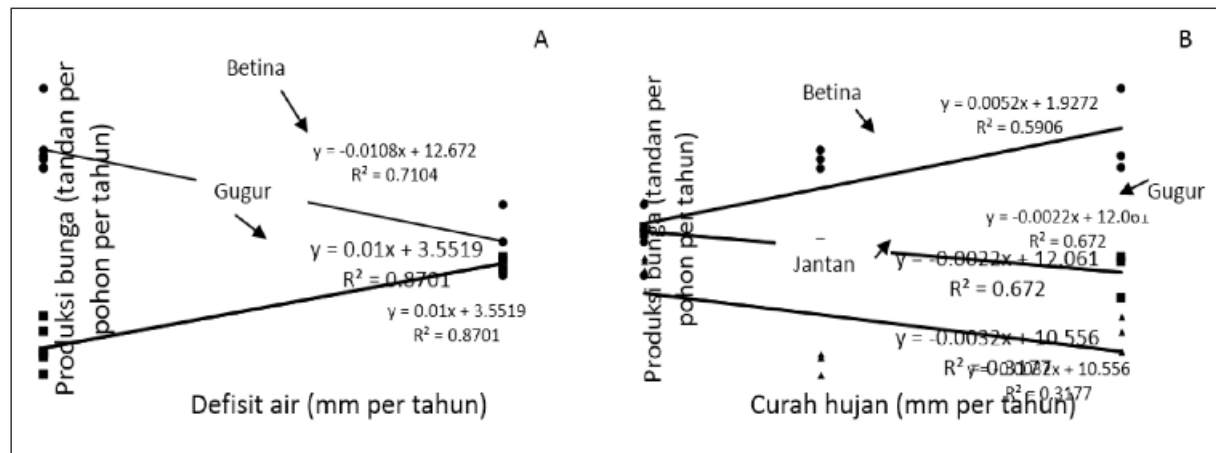
Keterangan : ns, tidak beda nyata, *, beda nyata pada taraf 95 %, **, beda nyata pada taraf 99 %

Note: ns, not significant different, *, signifigant different at 95 % level, ** significant different at 99 % level

DA_X, defisit air pada 0, 1, dan 2 tahun sebelumnya (DA_X. water deficit at 0,1, and 2 previous years)

HH_X, hari hujan pada 0, 1, dan 2 sebelumnya (HH_X. rainy days at 0,1, and 2 previous years)

CH_X, curah hujan pada 0, 1, dan 2 sebelumnya (CH_X. rainfall at 0,1, and 2 previous years)



Gambar 2. Hubungan antara defisit air pada 1 tahun sebelumnya terhadap produksi tandan bunga betina dan tandan bunga gugur (A) dan hubungan curah hujan pada 1 tahun sebelumnya terhadap produksi tandan bunga betina, bunga jantan, dan tandan bunga yang gugur (B).

Figure 2. The relation of water deficit at 1 year previous with female and failure inflorescence production (A), and the relation between rainfall at 1 year previous with male, female and failure inflorescence production.

Produksi tandan bunga betina pada semua perlakuan cenderung menurun dari tahun ke tahun yang diakibatkan cekaman kekeringan yang terjadi pada sebagian besar tahun-tahun yang diamati. Sedangkan produksi tandan bunga jantan dan tandan bunga gugur meningkat pada periode 2014-2015, sejalan makin beratnya cekaman kekeringan, yang terjadi berturut-turut pada periode 2014-2016. Mekanisme pengguguran bunga merupakan upaya

tanaman secara genetis untuk kelangsungan proses pertumbuhan tandan bunga yang terlebih dahulu sudah berkembang. Fase fase kritis terjadinya tandan bunga gugur adalah pada saat fase calon tandan buah berada pada pelepah daun ke +10 (9-11 bulan sebelum matang fisiologis) sampai pada kedudukan pelepah daun ke +20 (4-5 bulan sebelum matang fisiologis) (Keong dan Keng, 2012; Adam *et al.*, 2011).

Tabel 3. Pengaruh pemberian hormon tanaman pada produksi tandan bunga betina pada 2013-2016 (tandan per pohon).

Table 3. Effect of plant hormone treatment on female inflorescence production during 2013-2016 (bunch per tree).

Jenis Hormon	Frekuensi (Bulan)	2013			2014			2015			2016 ¹⁾		
		Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)		
		100	300	500	100	300	500	100	300	500	100	300	500
IAA	6	14,0 ^a	12,7 ^a	12,7 ^a	13,3 ^a	12,7 ^a	7,7 ^a	5,7 ^a	9,0 ^a	7,7 ^a	3,3 ^a	3,3 ^a	1,3 ^a
	12	15,7 ^a	11,0 ^a	8,0 ^a	12,7 ^a	8,7 ^a	10,0 ^a	6,3 ^a	9,3 ^a	10,3 ^a	5,3 ^a	2,3 ^a	1,0 ^a
GA ₃	6	11,7 ^a	14,3 ^a	14,0 ^a	11,0 ^a	11,0 ^a	8,7 ^a	10,3 ^a	5,7 ^a	10,5 ^a	2,0 ^a	4,0 ^a	7,5 ^{ab}
	12	11,3 ^a	13,7 ^a	12,7 ^a	10,7 ^a	15,3 ^{ab}	8,7 ^a	9,3 ^a	8,3 ^a	6,7 ^a	3,0 ^a	3,7 ^a	5,0 ^a
BAP	6	14,0 ^a	12,3 ^a	9,7 ^a	12,7 ^a	12,7 ^a	12,7 ^a	7,7 ^a	7,0 ^a	10,7 ^a	4,7 ^a	6,0 ^{ab}	5,3 ^a
	12	14,0 ^a	16,3 ^a	12,0 ^a	11,3 ^a	15,0 ^{ab}	7,7 ^a	7,0 ^a	9,7 ^a	5,0 ^a	5,3 ^a	4,7 ^a	5,3 ^a
ABA	6	11,3 ^a	8,7 ^a	20,3 ^{ab}	13,7 ^a	12,7 ^a	9,0 ^a	13,0 ^{ab}	8,3 ^a	11,0 ^{ab}	4,5 ^a	3,0 ^a	3,7 ^a
	12	11,0 ^a	15,0 ^a	15,3 ^a	7,7 ^a	15,7 ^{ab}	16,7 ^{ab}	6,7 ^a	7,0 ^a	10,0 ^a	3,0 ^a	3,3 ^a	4,0 ^a
Kontrol	6	15,0 ^a	11,3 ^a	13,9 ^a	13,7 ^a	14,0 ^a	13,8 ^a	7,3 ^a	9,0 ^a	8,2 ^a	2,3 ^a	4,0 ^a	2,9 ^a
	12	15,3 ^a	14,3 ^a	13,7 ^a	13,7 ^a	17,3 ^{ab}	15,0 ^{ab}	8,3 ^a	9,7 ^a	9,0 ^a	2,3 ^a	4,0 ^a	3,4 ^a
LSD ($\alpha = 5\%$)		8,6			6,3			5,84			4,8		

¹⁾ sampai dengan Juni;

²⁾ uji perbandingan nilai tengah masing-masing perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil $LSD_{(\alpha=5\%)}$. Huruf yang mengikuti nilai tengah perlakuan menunjukkan beda nyata antar perlakuan

³⁾ until June

⁴⁾ the comparison test of each treatment mean values by Least Significant Differences, $LSD_{(\alpha=5\%)}$. The letter following treatment mean values indicated significant between treatment.

Tabel 4. Pengaruh pemberian hormon tanaman terhadap produksi tandan bunga jantan pada 2013-2016 (tandan per pohon).

Table 4. Effect of plant hormone treatment on male inflorescence production during 2013-2016 (bunch per tree).

Jenis Hormon	Frekuensi (Bulan)	2013			2014			2015			2016 ^{*)}		
		Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)		
		100	300	500	100	300	500	100	300	500	100	300	500
IAA	6	8,3 ^a	8,3 ^a	7,0 ^a	10,7 ^a	10,3 ^a	12,0 ^{ab}	5,3 ^a	8,0 ^{ab}	9,7 ^{ab}	1,7 ^a	0,3 ^a	1,0 ^a
	12	4,3 ^a	8,0 ^a	11,7 ^{ab}	8,3 ^a	9,0 ^a	5,7 ^a	13,0 ^{ab}	7,3 ^a	7,7 ^a	0,3 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a
GA ₃	6	5,0 ^a	2,7 ^a	6,3 ^a	8,3 ^a	11,3 ^a	7,7 ^a	8,3 ^a	12,7 ^{ab}	10,0 ^a	1,7 ^a	2,7 ^a	2,6 ^a
	12	9,7 ^a	6,7 ^a	0,7 ^a	12,3 ^{ab}	3,7 ^a	12,7 ^{ab}	6,0 ^a	10,7 ^{ab}	14,7 ^{bc}	1,7 ^a	1,3 ^a	2,3 ^a
BAP	6	5,7 ^a	12,7 ^{ab}	12,3 ^{ab}	5,7 ^a	8,3 ^a	8,7 ^a	7,7 ^a	8,0 ^a	7,7 ^a	2,3 ^a	0,7 ^a	1,3 ^a
	12	7,3 ^a	5,3 ^a	2,7 ^a	8,7 ^a	8,7 ^a	11,3 ^a	8,7 ^a	7,0 ^a	7,3 ^a	1,7 ^a	0,3 ^a	2,3 ^a
ABA	6	6,0 ^a	10,3 ^a	6,7 ^a	7,7 ^a	7,3 ^a	8,0 ^a	5,5 ^a	7,3 ^a	10,0 ^{ab}	1,5 ^a	0,3 ^a	0,7 ^a
	12	8,0 ^a	9,3 ^a	8,3 ^a	14,3 ^{ab}	9,7 ^a	3,3 ^a	12,7 ^{ab}	8,3 ^a	7,0 ^a	2,3 ^a	4,7 ^{ab}	2,0 ^a
Kontrol	6	10,0 ^a	7,7 ^a	7,1 ^a	7,7 ^a	4,7 ^a	6,0 ^a	10,3 ^{ab}	3,3 ^a	7,6 ^a	3,3 ^a	2,3 ^a	2,9 ^a
	12	3,7 ^a	3,7 ^a	5,0 ^a	5,7 ^a	4,0 ^a	4,8 ^a	9,0 ^a	6,3 ^a	6,2 ^a	3,0 ^a	1,3 ^a	2,2 ^a
LSD ($\alpha = 5\%$)		9,8			8,2			6,2			3,9		

*) sampai dengan Juni;

**) uji perbandingan nilai tengah masing-masing perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil $LSD_{(\alpha=5\%)}$. Huruf yang mengikuti nilai tengah perlakuan menunjukkan beda nyata antar perlakuan

*) until June

**) the comparison test of each treatment mean values by Least Significant Differences, $LSD_{(\alpha=5\%)}$. The letter following treatment mean values indicated significant between treatment.

Analisis dengan cara mengamati perlakuan secara *bulking* (memusatkan data berdasarkan rerata perlakuan baik dosis maupun frekuensi), terlihat bahwa hormon tertentu dapat mempengaruhi produksi jenis tandan bunga dan tandan bunga gugur (Gambar 3). Cekaman kekeringan yang terjadi pada 2014-2016, menyebabkan produksi tandan bunga betina menurun tajam dari 2014 sampai dengan 2016 (data 2016, sampai dengan Juni) (Gambar 3A). Penurunan yang drastis terlihat pada perlakuan IAA dan kontrol. Sedangkan produksi tandan bunga jantan meningkat dengan puncaknya pada 2015 (Gambar 3B). Perlakuan GA₃ dan IAA, meningkatkan produksi tandan bunga jantan. Khryanin (2002) mempostulatkan bahwa secara umum gibberellin dan sitokinin adalah hormon tanaman yang paling utama dalam differensiasi sex, sementara itu efek hormon lainnya hanya menstimulus dan

menghambat kerja ke-2 hormon utama tersebut. Sitokinin disintesa terutama pada akar dan ditransportasikan melalui apices batang dan mentrigger pembentukan bunga betina, sedangkan gibberellin disintesa di daun, yang menginduksi pembentukan bunga jantan pada jaringan meristem pembungaan. Sintesa alami sitokinin tersebut diinduksi oleh kondisi lingkungan dengan kelembaban tanah tinggi, hara N tanaman lebih tinggi dari hara K, Karbon Oksida cukup tinggi, suhu lingkungan relatif rendah, radiasi matahari yang cukup dengan spektrum cahaya biru yang dominan, dan panjang hari yang termasuk pendek. Sintesa alami gibberellin diinduksi dengan kondisi lingkungan dengan kelembaban tanah rendah, hara K lebih tinggi dari N, karbon oksida rendah, suhu lingkungan tinggi, radiasi matahari dengan dominasi cahaya merah, dan panjang hari yang termasuk panjang (Khryanin, 2002).

Tabel 5. Pengaruh pemberian hormon tanaman terhadap produksi tandan bunga gugur pada 2013-2016 (tandan per pohon).

Table 5. Effect of plant hormone treatment on production of failure inflorescence production during 2013-2016 (bunch per tree).

Jenis Hormon	Frekuensi (Bulan)	2013			2014			2015			2016 ¹⁾		
		Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)			Dosis (ppm)		
		100	300	500	100	300	500	100	300	500	100	300	500
IAA	6	4,0 ^a	4,0 ^a	3,0 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	3,7 ^a	15,3 ^b	7,0 ^{ab}	6,7 ^{ab}	7,0 ^a	8,0 ^{ab}	7,0 ^a
	12	4,0 ^a	4,7 ^a	5,0 ^a	2,0 ^a	5,0 ^{ab}	7,7 ^{ab}	5,0 ^{ab}	7,3 ^{ab}	7,7 ^{ab}	5,7 ^a	7,0 ^a	8,0 ^{ab}
GA ₃	6	8,3 ^{ab}	7,3 ^{ab}	4,0 ^a	4,0 ^a	3,0 ^a	1,7 ^a	6,0 ^{ab}	8,0 ^{ab}	3,3 ^a	7,3 ^a	5,3 ^a	2,0 ^a
	12	3,3 ^a	4,3 ^a	9,7 ^{ab}	0,7 ^a	3,3 ^a	4,0 ^a	8,7 ^{ab}	5,0 ^{ab}	4,0 ^a	7,3 ^a	6,0 ^a	4,7 ^a
BAP	6	3,7 ^a	0,3 ^a	4,3 ^a	3,7 ^a	2,7 ^a	5,0 ^{ab}	8,3 ^{ab}	8,3 ^{ab}	8,0 ^{ab}	4,3 ^a	3,7 ^a	4,7 ^a
	12	2,7 ^a	2,3 ^a	7,0 ^{ab}	2,3 ^a	1,3 ^a	2,7 ^a	7,7 ^{ab}	7,0 ^{ab}	10,7 ^{ab}	4,3 ^a	6,7 ^a	3,0 ^a
ABA	6	4,7 ^a	6,3 ^{ab}	1,7 ^a	0,3 ^a	4,0 ^a	5,0 ^{ab}	4,2 ^{ab}	10,0 ^{ab}	3,3 ^a	4,3 ^a	7,3 ^a	6,7 ^a
	12	5,7 ^{ab}	0,3 ^a	2,7 ^a	2,3 ^a	1,3 ^a	4,7 ^{ab}	6,3 ^{ab}	9,7 ^{ab}	8,0 ^{ab}	5,0 ^a	3,3 ^a	5,7 ^a
Kontrol	6	1,7 ^a	3,3 ^a	2,9 ^a	2,0 ^a	2,7 ^a	2,6 ^a	6,7 ^{ab}	10,0 ^{ab}	7,7 ^{ab}	5,3 ^a	4,7 ^a	5,3 ^a
	12	3,7 ^a	6,3 ^{ab}	4,4 ^a	3,0 ^a	1,0 ^a	2,2 ^a	6,3 ^{ab}	8,7 ^{ab}	8,3 ^{ab}	6,0 ^a	4,7 ^a	5,1 ^a
LSD ($\alpha = 5\%$)		5,4			4,1			5,4			5,8		

*) sampai dengan Juni;

**) uji perbandingan nilai tengah masing-masing perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil $LSD_{(\alpha=5\%)}$. Huruf yang mengikuti nilai tengah perlakuan menunjukkan beda nyata antar perlakuan

*) until June

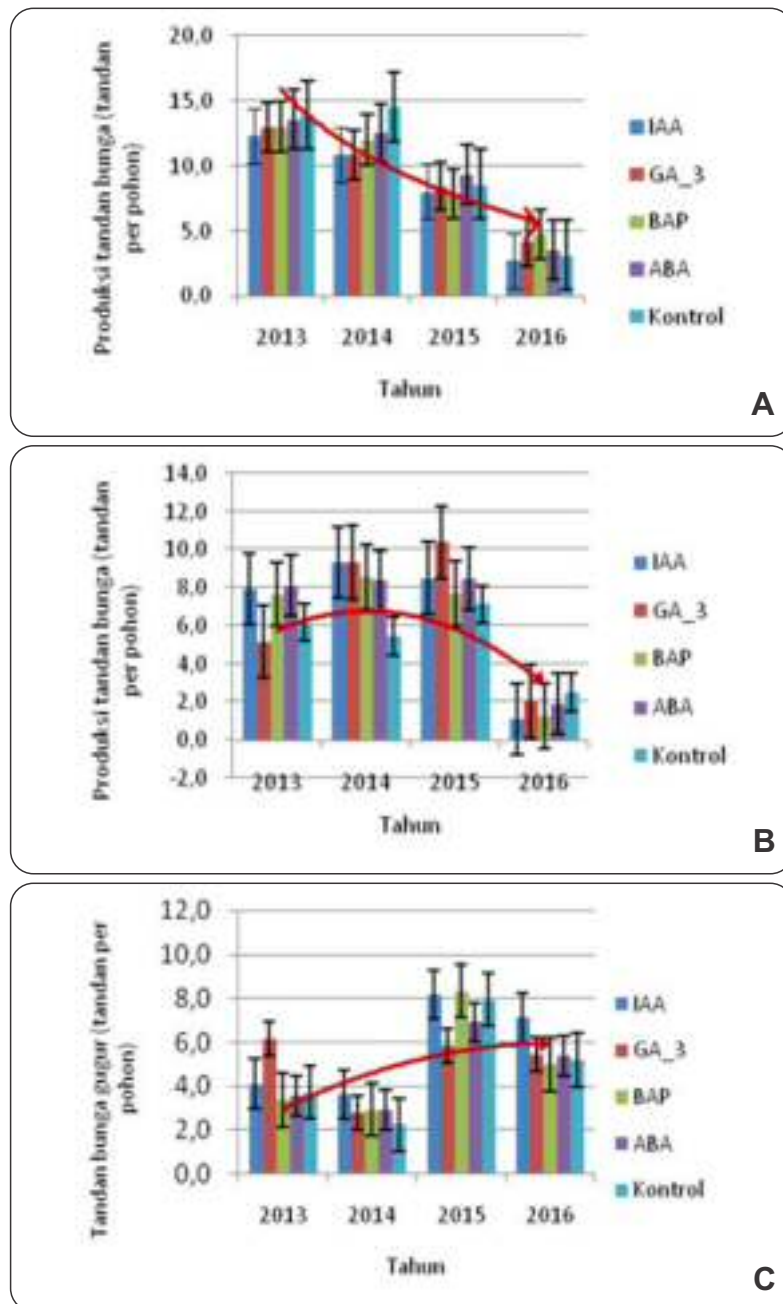
**) the comparison test of each treatment mean values by Least Significant Differences, $LSD_{(\alpha=5\%)}$. The letter following treatment mean values indicated significant between treatment.

Sedangkan hormon yang tergolong menghambat (retardan) efek gibberelin adalah ABA, yang menghambat pertumbuhan jaringan meristem apikal (Endes dan Stredler, 2015), tempat gibberelin diproduksi, sedangkan IAA, yang menginduksi pertumbuhan jaringan meristem apikal, adalah hormon yang menguatkan efek gibberelin (Zaplantin dan Khryanin, 2001). Pada pengamatan 2016, (sampai dengan Juni), produksi tandan bunga jantan relatif lebih rendah dibanding kontrol, tetapi jumlah tandan bunga yang gugur relatif lebih tinggi (Gambar 3C). Jumlah tandan buah yang gugur pada 2015 dan 2016 semakin tinggi, karena cekaman kekeringan yang semakin besar akibat akumulasi pada 2014-2016. Diperkirakan, jumlah tandan buah yang gugur pada 2016 lebih tinggi dibanding 2015.

Keragaan Relatif Perlakuan Hormon Terhadap Kontrol

Keragaan tandan bunga betina

Pemberian secara umum (berdasar keragaan dari *bulking* dosis, 100, 300, 500 ppm) berbagai jenis hormon tanaman menunjukkan kecenderungan tanggapan yang berbeda terhadap produksi tandan bunga. Pada semua perlakuan hormon, menunjukkan bahwa produksi tandan bunga betina relatif lebih tinggi dibanding kontrol pada 2015 dan 2016, kecuali pada perlakuan IAA, yang produksi tandan bunga betinanya selalu lebih rendah dibanding kontrol (Gambar 4). Perlakuan hormon BAP-1 (frekuensi pemberian 1 kali per tahun) dan BAP-2 (frekuensi pemberian 2 kali setahun), menunjukkan produksi tandan bunga betina



Keterangan: data pada 2016, sampai dengan Juni
 Note: 2016 data period until June

Gambar 3. Produksi tandan bunga betina (A), jantan (B), dan gugur (C), pada tanaman kelapa sawit yang diberikan IAA, GA₃, BAP, dan ABA, dengan dosis dan frekuensi bulking pada periode kekeringan 2014-2016.

Figure 3. The Female (A), male (B), and failure (C) inflorescence production of the oil palm were treated by IAA, GA₃, BAP, and ABA with bulking dose and frequency during 2014-2016 drought period.

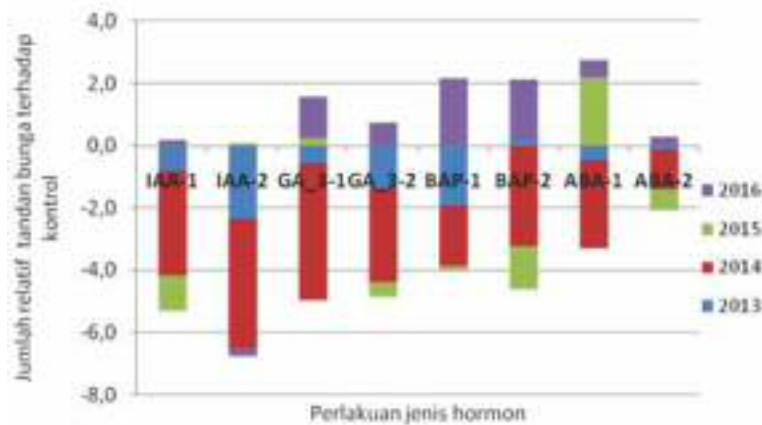
yang lebih tinggi dibanding kontrol, demikian juga pemberian GA₃-1 dan GA₃-2 serta ABA-1. Hormon sitokinin (termasuk BAP), merupakan hormon tanaman yang secara alami memacu pembentukan dan perkembangan tandan bunga betina. Pemberian hormon ini diduga yang meningkatkan produksi tandan bunga betina dibanding kontrol. Sedangkan, ABA-1, melalui mekanisme adaptasi terhadap kekeringan, mengkondisikan tanaman untuk memproduksi tandan bunga betina lebih tinggi dibanding kontrol. Asam absisik (ABA) cenderung menginduksi pembentukan bunga betina, karena ABA mengeliminasi efek pembentuk bunga jantan oleh Gibberellin (Galoch, 2015).

Hormon gibberellin, diketahui berperan juga dalam pertumbuhan jaringan tanaman. Beberapa peneliti telah melaporkan pada taraf perlakuan tertentu, GA₃, dapat meningkatkan juga produksi bunga betina. Hal tersebut dikaitkan dengan pendapat yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan tanaman yang diinduksi gibberellin (induksi pemanjangan sel pada jaringan apikal) bersinergi dengan transisi fase vegetatif ke generatif. Walaupun

secara umum, telah lama diketahui bahwa giberelin justru menginduksi terbentuknya tandan bunga jantan pada fase diferensiasi jenis kelamin yang terjadi 20-28 bulan sebelum matang fisiologis (Corley dan Tinker, 2016; Adam *et al.*, 2011). Dari jenis hormon yang dipelajari pada penelitian ini, terlihat bahwa sitokinin (BAP), lebih kuat mempengaruhi produksi tandan bunga betina.

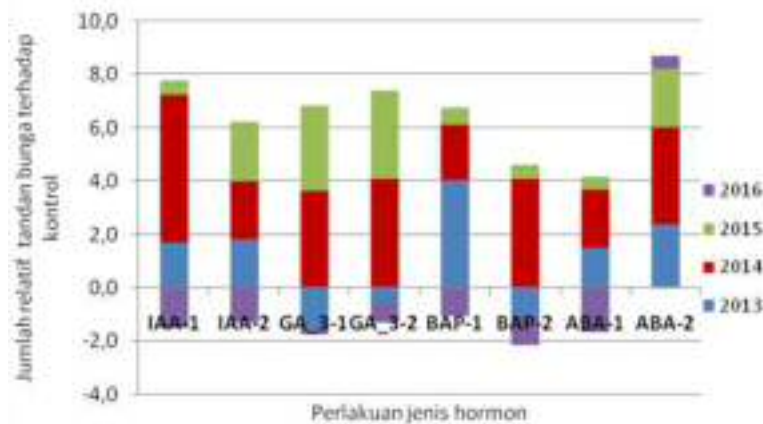
Keragaan Tandan Bunga Jantan dan Gugur

Pada gambar 5, memperlihatkan bahwa semua tanaman yang diberikan hormon memproduksi tandan bunga jantan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol pada tahun pengamatan 2013-2015, sedangkan pada 2016 hampir semua jenis hormon memberikan efek produksi tandan bunga jantan yang lebih rendah dibanding kontrol, kecuali pemberian ABA dengan frekuensi pemberian 2 kali setahun (ABA-2). Produksi tandan bunga jantan yang relatif tinggi terhadap kontrol dominan terjadi pada periode 2014-2015, dimana efek kekeringan pada periode tersebut juga tinggi. Seperti banyak dilaporkan, bahwa perlakuan GA₃, cenderung menginduksi pembentukan bunga



Gambar 4. Pengaruh pemberian berbagai hormon berdasar dosis bulking 100, 300, 500 ppm (IAA-1, frekuensi 1 tahun sekali; IAA-2, frekuensi 2 kali setahun; GA₃-1, frekuensi 1 tahun sekali; GA₃-2, frekuensi 1 tahun 2 kali; BAP-1, frekuensi 1 kali setahun; BAP-2, frekuensi 2 kali setahun; ABA-1, frekuensi 1 kali setahun; ABA-2, frekuensi 2 kali setahun) terhadap produksi relatif tandan bunga betina terhadap kontrol (tandan per pohon)

Figure 4. The effect of the treatment of kind of bulking dose, 100, 300, 500 ppm (IAA-1, once in a year frequency; IAA-2, twice in a year; GA₃-1, once in a year; GA₃-2, twice in a year; BAP-1, once in a year; BAP-2, twice in a year; ABA-1, once in a year; ABA-2, twice in a year) on relatively female inflorescence production to control treatment (bunch per tree)



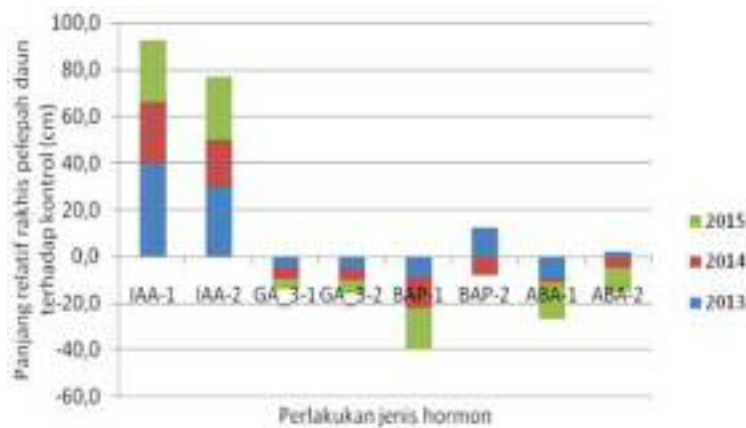
Gambar 5. Pengaruh perlakuan berbagai hormon berdasar dosis bulking 100, 300, 500 ppm (IAA-1, frekuensi 1 tahun sekali; IAA-2, frekuensi 2 kali setahun; GA₃, frekuensi 1 tahun sekali, GA₃-2, frekuensi 1 tahun 2 kali; BAP-1, frekuensi 1 kali setahun, BAP-2, frekuensi 2 kali setahun; ABA-1, frekuensi 1 kali setahun, ABA-2, frekuensi 2 kali setahun) terhadap produksi relatif tandan bunga jantan terhadap kontrol (tandan per pohon)

Figure 5. The effect of the treatment of kind of bulking dose, 100, 300, 500 ppm (IAA-1, once in a year frequency; IAA-2, twice in a year; GA₃-1, once in a year; GA₃-2, twice in a year; BAP-1; once in a year; BAP-2, twice in a year; ABA-1, once in a year; ABA-2, twice in a year) on relatively male inflorescence production to control treatment (bunch per tree)

jantan (Corley dan Tinker, 2016; Adam et al., 2011; Khryanin, 2002), demikian juga dari hasil penelitian ini, perlakuan GA₃, cenderung meningkatkan produksi tandan bunga jantan (terutama pada perlakuan dengan frekuensi yang lebih tinggi, 2 kali per tahun). Pemberian BAP-2 dan ABA-1, cenderung menurunkan produksi tandan bunga jantan pada saat kekeringan. Hal ini berkaitan peran sitokinin (BAP), yang berlawanan terhadap gibberellin, yang diketahui dominan dalam proses pembentukan bunga jantan. Sedangkan ABA, mengeliminasi efek gibberellin dalam menginduksi pembentukan bunga jantan (Galoch, 2015). Mekanisme fisiologis, yang dapat beradaptasi dengan kondisi kekeringan berupa tanggapan stomata untuk mengurangi transpirasi yang berlebihan pada musim kering diduga dapat mengurangi cekaman kekeringan. Mekanisme tersebut terutama dilakukan oleh sinyal genetik dalam merespon kekeringan yang ditandai dengan meningkatnya konsentrasi ABA pada jaringan tanaman (McAdam et al., 2016). Secara alami, sintesa *endogenous* ABA terletak pada jaringan meristematis akar dan ditranslokasikan ke organ bagian atas tanaman. Pemberian hormon *exogenous* ABA,

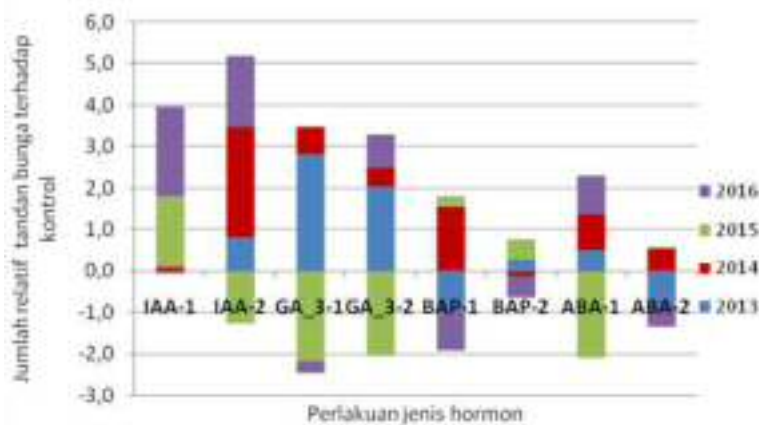
dengan dosis dan frekuensi tertentu, diduga menguatkan mekanisme fisiologis untuk beradaptasi terhadap kekeringan dan perlakuan hormon ABA dengan dosis dan frekuensi yang lebih tinggi (ABA-2) justru meningkatkan cekaman fisiologis tanaman melalui penutupan stomata daun yang berlebihan, sehingga pertukaran gas terhambat yang mengakibatkan *carbon reserves* berkurang yang selanjutnya menyebabkan diferensiasi jenis kelamin ke arah bunga jantan (DeSoto et al., 2016).

Pemberian IAA, berkecenderungan meningkatkan produksi tandan bunga jantan pada kondisi cekaman kekeringan (terutama pada 2014-2015). Hipotesis, yang menyatakan bahwa pada kondisi lingkungan tercekam, tanaman akan menjaga pertumbuhan organ vegetatifnya dan menahan perkembangan generatifnya, serta diferensiasi generatifnya lebih dominan ke arah bunga jantan. Sehingga pemberian IAA meningkatkan laju pertumbuhan organ vegetatifnya, yang dalam penelitian ini direpresentasikan pada organ rakhis pelepah kelapa sawit (Gambar 6). Auksin (termasuk IAA), secara alami merupakan hormon *endogenous*, yang disintesa di jaringan meristematis apikal, seperti pada jaringan



Gambar 6. Pengaruh perlakuan berbagai hormon berdasar dosis bulking 100, 300, 500 ppm (IAA-1, frekuensi 1 tahun sekali; IAA-2, frekuensi 2 kali setahun; GA_3, frekuensi 1 tahun sekali, GA_3-2, frekuensi 1 tahun 2 kali; BAP-1, frekuensi 1 kali setahun, BAP-2, frekuensi 2 kali setahun; ABA-1, frekuensi 1 kali setahun, ABA-2, frekuensi 2 kali setahun) terhadap panjang relatif rakhis pelepah daun terhadap kontrol (cm)

Figure 6. The effect of the treatment of kind of bulking dose, 100, 300, 500 ppm (IAA-1, once in a year frequency; IAA-2, twice in a year; GA_3-1, once in a year; GA_3-2, twice in a year; BAP-1; once in a year; BAP-2, twice in a year; ABA-1, once in a year; ABA-2, twice in a year) on relatively rachis length to control treatment (bunch per tree)



Gambar 7. Pengaruh perlakuan berbagai hormon berdasar dosis bulking 100, 300, 500 ppm (IAA-1, frekuensi 1 tahun sekali; IAA-2, frekuensi 2 kali setahun; GA_3, frekuensi 1 tahun sekali, GA_3-2, frekuensi 1 tahun 2 kali; BAP-1, frekuensi 1 kali setahun, BAP-2, frekuensi 2 kali setahun; ABA-1, frekuensi 1 kali setahun, ABA-2, frekuensi 2 kali setahun) terhadap produksi relatif tandan bunga gugur terhadap kontrol (tandan per pohon)

Figure 7. The effect of the treatment of kind of bulking dose, 100, 300, 500 ppm (IAA-1, once in a year frequency; IAA-2, twice in a year; GA_3-1, once in a year; GA_3-2, twice in a year; BAP-1; once in a year; BAP-2, twice in a year; ABA-1, once in a year; ABA-2, twice in a year) on relatively failure inflorescence production to control treatment (bunch per tree)

bakal daun. Hormon auksin berperan pada pertumbuhan vegetatif tanaman, yang bekerja dalam proses pemanjangan sel-sel yang sedang tumbuh. Organ rakhis pelepah daun kelapa sawit merupakan organ yang cepat pertumbuhannya sejalan dengan umur tanaman dan kondisi lingkungan. Efek hormon auksin mempengaruhi pertumbuhan rakhis daun. Fenomena memanjangnya rakhis dengan cepat juga terjadi pada tanaman kelapa sawit yang jarak tanamnya rapat akibat kompetisi cahaya matahari, yang menyebabkan *etiolasi*.

Perlakuan auksin (IAA), cenderung meningkatkan jumlah tandan bunga gugur. Sedangkan pemberian hormon sitokinin (BAP) dan asam absisik (ABA) cenderung mengurangi jumlah tandan buah yang gugur (Gambar 7). Auksin, yang bekerja dalam jaringan tumbuh meristematis, memperkuat arah pertumbuhan ke organ vegetatif, diduga mengurangi suplai hara dan karbohidrat ke organ generatif, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tandan bunga menjadi terhambat, sehingga tandan bunga menjadi gugur. Sebaliknya BAP dan ABA, yang secara alami (*endogenous*) disintesa pada jaringan akar, yang kemudian ditranslokasikan ke arah pertumbuhan tajuk tanaman berperan dalam pembentukan tandan bunga, terutama betina. Perlakuan BAP dan ABA tersebut memperkuat mekanisme pembentukan tandan bunga tersebut, sehingga mengurangi jumlah tandan bunga yang gugur.

KESIMPULAN

Cekaman kekeringan menurunkan produksi tandan bunga betina, meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga yang gugur. Produksi jenis kelamin tandan dan kejadian tandan bunga gugur berkaitan dengan kondisi cekaman pada proses pertumbuhan dan perkembangan tandan bunga yang terjadi baik pada saat itu maupun 1-2 tahun sebelum tandan bunga matang fisiologis. Perlakuan hormon auksin (IAA), memacu pertumbuhan organ vegetatif, tetapi sebaliknya menurunkan produksi tandan bunga betina dan meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga gugur. Perlakuan hormon gibberellin (GA₃), secara umum menurunkan produksi tandan bunga betina, dan meningkatkan tandan bunga jantan dan kejadian tandan bunga gugur, terutama pada tahun puncak cekaman kekeringan. Hormon sitokinin

(BAP) dan asam absisik (ABA), menjaga produksi tandan bunga betina pada kondisi cekaman kekeringan, dengan mengurangi tandan bunga yang gugur. Hormon sitokinin (BAP), adalah hormon yang paling kuat dalam mempertahankan produksi tandan bunga betina. Dari hasil penelitian ini, dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai aplikasi sitokinin (BAP) dan asam absisik (ABA) pada areal pertanaman kelapa sawit yang sering mengalami kekeringan, seperti sebagian areal di Sumatra Selatan dan Lampung, juga sebagian areal di Kalimantan Tengah dan Timur. Aplikasi hormon ini, juga dapat diharapkan dapat membantu dalam strategi produksi tandan benih melalui pemberian hormon tanaman yang mendorong pembungaan betina untuk pohon induk dan yang mendorong pembungaan jantan untuk pohon bapak. Parameter endogenous hormon, juga diharapkan dapat membantu program pemuliaan untuk mendapatkan varietas bahan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, H., M. Collin, F. Richaud, T. Beule, D.Cros, A. Omore, L. Nodichao, B. Nouy, and J.W. Tregear. 2011. Environmental regulation of sex determination in oil palm: current knowledge and insights from other species. *Annals of Botany* 108: 1529-1573.
- Ainsworth, C. 2000. Boys and girls come out to play : the molecular biology of dioecious plants. *Annals of Botany* 86 : 211-221
- Caliman, J.P. and A. Southworth. 1998. Effect of drought and haze on the performance of oil palm. In: *International Oil Palm Conferences : Commodity of the Past, today, and the Future-Indonesia*. IOPRI, 1998: 30 p.
- Chailakhyan, M.Kh. and V.N. Khryanin. 2012. *Sexuality of plants and its hormonal regulation*. Springer-Verlag. 159 p.
- Combres, J.C., B. Pallas, L. Rouan, I. Mialet-Serra, J.P. Caliman, S. Braconnier, J.C. Soulie, and M. Dingkuhn. 2012. 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.

- Corley, R.H.V. and P.B. H. Tinker. 2016. The oil palm. Fifth Edition. Wiley Blackwell. 627 p.
- DeSoto, L., J.M. Olano, and V. Rozas. 2016. Secondary growth and carbohydrate storage patterns differ between sexes in *Juniperus thurifera*. *Frontiers in Plant Science* 7: 723.
- Enders, T.A and L.C. Stredler. 2015. Auxin activity : past, present, and future. *Am J. Botany* 102(2) : 1-17.
- Galoch, E. 2015. The hormonal control of sex differentiation dioecious plants of hemp (*Canabis sativa*). The Influence of Plant Growth Regulator on Sex Expression in Male and Female Plants. *Acta Soc. Botanicorum Poloniae* 47 (1-2): 153-162.
- Keong, Y.K. and W.M. Keng. 2012. Statistical modeling of weather-based yield forecasting for young mature oil palm. *APCBEE Procedia* 4: 58-65.
- Khryanin, V.N. 2002. Role of phytohormones in sex differentiation in plants. *Russian Journal of Plant Physiology* 49 (4): 545-551.
- Loo, A.H.B., J. Dransfield, M.W. Chase, and W.J. Baker. 2006. Low-copy nuclear DNA, phylogeny and the evolution of dichogamy in the betel nut palms and their relatives (*Arecinae: Arecaceae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39: 598-618.
- McAdam, S.A.M., T.J. Brodribb, J.A. Banks, R.Hedrich, N.M. Atallah, Chao Cai, M.A. Gerringer, D. Geiger, and F.C. Sussemilch. 2016. Absisic acid controoled sex before transpiration in vascular plants. Estelle (ed.), Univ. Of California at San Diego. PPNAS, Early Edition : 6 p.
- Yang, T. and Ch. Li. 2012. Hormone regulation of sex determination in Maize. *Chinese Bulletin of Botany* 47 : 165 -173.
- Zaplatin, B.P. and V.N. Khryanin. 2001. The model of integral influence of phytohormones on sex expression in cucumber plants. *Growth Regulators and Plant Development in Biotechnology*, Moscow: Mosk. S-kh Akad, pp 29-30.