

## HUBUNGAN PARAMETER AGROKLIMAT LINGKUNGAN TUMBUH ORTET TERHADAP KALOGENESIS *IN VITRO* KELAPA SAWIT DARI EKSPLAN DAUN

[*Relationship between Ortet Field Agro-climate parameters to In Vitro Callogenesis of Oil Palm from Leaf Explant*]

Yogo Adhi Nugroho<sup>1</sup>, Ni Made Armini Wiendi<sup>2</sup>, I Made Sumertajaya<sup>3</sup>,  
Nurita Toruan-Mathius<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PT SMART Tbk., Jalan Pajajaran 78 F, Bogor 16151

<sup>2</sup>Departemen Agronomi & Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB,  
Kampus Darmaga, Bogor 16680

<sup>3</sup>Departemen Statistika, Fakultas MIPA, IPB, Kampus Darmaga, Bogor 16680

Email : [yogo.adhi@gmail.com](mailto:yogo.adhi@gmail.com)

### ABSTRAK

Sistem perbanyak klonal kelapa sawit telah berhasil diterapkan skala komersial dengan tingkat abnormalitas di lapang rendah. Selain faktor endogen, kemampuan kalogenesis secara *in vitro* dipengaruhi oleh faktor eksogen salah satunya adalah lingkungan tempat tumbuh tanaman donor. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara parameter agroklimat terhadap produksi kalus *in vitro*. Analisis komponen utama dan korelasi linier Pearson digunakan untuk mengidentifikasi parameter agroklimat terbaik yang mencirikan peubah produksi kalus. Analisis korelasi dilakukan pada setiap periode waktu sebelum inokulasi (*lag time*) untuk mengetahui lama waktu yang diperlukan oleh suatu parameter agroklimat untuk mempengaruhi produksi kalus. Dinamika total curah hujan dan rata-rata selang suhu maksimum-minimum periode 7 bulan sebelum inokulasi, merupakan parameter agroklimat yang memiliki kemiripan pola dengan produksi kalus. Pengaruh kedua parameter tersebut diduga berhubungan dengan produksi biomasa terutama organ vegetatif daun sebagai sumber eksplan. Selang nilai total curah hujan selama 4 bulan yang diperlukan untuk memperoleh produksi kalus optimum antara 965 – 1102 mm, sedangkan rata-rata selang nilai yang diperlukan untuk parameter selang suhu udara maksimum-minimum antara 13.4 – 14.8 °C pada periode 7 bulan sebelum inokulasi. Hasil analisis ini diharapkan dapat membantu mengidentifikasi periode waktu dan atau strategi perlakuan agronomis terhadap ortet yang tepat untuk memperoleh produksi kalus *in vitro* optimum.

Kata kunci : *Elaeis guineensis* Jacq., lag time, selang suhu, curah hujan, kalogenesis,

### ABSTRACT

Oil palm clonal propagation system has been established for commercial scale with low abnormality rate in the field. In addition to endogenous factors, *in vitro* callogenesis capacity was affected by exogenous factors such as donor plant environment. The aim of this research is to analyze the relationship between agroclimatic parameters of donor plant environment to *in vitro* callus production. Principal Component Analysis and Linear Pearson correlation were used to identify the best agro-climate parameters related to callus production variable. Correlation analysis was performed in each lag time of dataset to analyze the time period required by those parameters to give effect on callus production. Total rainfall and average of daily max-min temperature gaps for 7 months before inoculation, were agroclimatic parameters which have

similar pattern to callus production. Those effects assumed related to vegetative biomass production especially leaves organ as explants sources. Range for optimum total 4 months rainfall was between 965 – 1102 mm, while temperature gaps was between 3.4 – 14.8 °C prior to 7 months before inoculation. These results were expected to help commercial industries to identify the best time and or agronomical practices for ortets before despearing to optimize in vitro callus production.

Keywords : *Elaeis guineensis* Jacq., lag time, temperature gaps, rainfall, callogenesis.

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq. Tenera) merupakan salah satu tanaman palma tropis penghasil minyak nabati penting di Indonesia dengan pengembangan luasan lahan produksi cukup besar dan intensif. Indonesia menjadi produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia sejak tahun 2006 dengan peran sekitar 40% produksi dunia (Kushairi & Rajanaidu 2009), berasal dari areal perkebunan seluas 6.24 juta hektar didominasi oleh perkebunan swasta (Liwang 2009).

Dalam waktu dekat, kebutuhan bahan tanam unggul akan meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan kelapa sawit sebagai penghasil pangan, pakan, serat, dan bahan bakar hayati, serta kebutuhan untuk replanting. Sementara itu ekstensifikasi lahan untuk perkebunan mulai terbatas sehingga diperlukan bahan tanam unggul dengan produktivitas tinggi. Upaya penyediaan bahan tanam unggul dengan produktivitas tinggi salah satunya dapat ditempuh melalui penggunaan bibit klonal dari genotipe elit. Genotipe elit kelapa sawit dapat diperoleh melalui serangkaian kegiatan seleksi individu pada uji keturunan maupun seleksi massa pada populasi hibrida F1 Tenera (DxP) pada lingkungan tertentu. Sampai dengan saat ini, perbanyakan kelapa sawit secara vegetatif hanya dapat dilakukan secara *in vitro* melalui embriogenesis somatik (ES). Metode ini mampu menyediakan bibit klonal dalam jumlah besar walaupun terdapat masalah abnormalitas di lapangan (Rohani *et al.* 2000, Soh *et al.* 2009).

Dalam kurun waktu dua dekade terakhir, protokol kerja *in vitro* baik berupa komposisi medium, teknik perbanyakan, maupun kontrol lingkungan kultur telah dikembangkan dan selalu diperbaharui, sehingga produksi bibit klonal kelapa sawit dengan tingkat abnormalitas minimum telah tercapai (Wong *et al.* 1996, Rohani *et al.* 2000). Peningkatan produktivitas perbanyakan propagula *in vitro* dapat ditempuh melalui penyediaan bahan tanam kultur dalam kondisi terbaik dan tepat, sehingga diperlukan informasi hubungan kondisi tanaman donor (ortet) terhadap produksi kalus *in vitro*.

Informasi hubungan antara parameter agroklimat lingkungan tumbuh ortet dan produksi kalus melalui embriogenesis somatik masih terbatas. Pengetahuan terhadap hubungan tersebut diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi periode waktu maupun strategi perlakuan agronomis terhadap ortet yang tepat untuk memperoleh produksi propagul yang optimum.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara faktor agroklimat lingkungan tumbuh ortet terhadap kemampuan produksi kalus kelapa sawit, serta mengidentifikasi kondisi optimum parameter agroklimat untuk produksi kalus.

## METODOLOGI

### Bahan Tanaman dan Kultur *In vitro*

Bahan tanaman yang digunakan adalah 207 ortet (tanaman donor) yang diinokulasikan pada tahun 2008 dan 2009 menggunakan medium kultur hasil penelitian PT SMART Tbk. Isolasi spear, prosedur kultur *in vitro* dan pembuatan media kultur dilakukan sesuai protokol produksi bibit klonal masal, Laboratorium kultur jaringan produksi PT SMART Tbk. Eksplan sebanyak ±2500 potongan diisolasi dari 4-6 pelepah daun termuda yang sesuai kriteria standar.

Eksplan diinkubasi dalam ruang gelap sampai menghasilkan kalus (Rohani 2001, Ruslan & Harun 1989).

### Pengukuran peubah agroklimat dan peubah respon *in vitro*

Data parameter klimatologi dicatat secara harian dan diperoleh dari stasiun klimatologi kebun ortet yang berlokasi di Kandistasari, Riau, Indonesia. Lima parameter klimatologi yang diambil adalah : (1) curah hujan harian, (2) intensitas cahaya, (3) temperatur minimum, (4) temperatur maksimum, serta (4) kelembaban udara. Selanjutnya dibentuk peubah baru yang diturunkan dari peubah tersebut yaitu selang suhu harian.

Pengamatan respon *in vitro* dilakukan setiap bulan dari setiap genotipe yang dikulturkan. Pencatatan dilakukan terhadap jumlah kontaminasi eksplan, dan jumlah kalus yang terbentuk. Persentase pembentukan kalus dihitung berdasarkan jumlah kultur steril.

$$\% \text{ kalus} = \frac{\text{jumlah kalus total}}{(\text{jumlah eksplan} - \text{kontaminasi})}$$

### **Struktur data dan metode analisis**

Analisis korelasi Pearson digunakan untuk menentukan tingkat kekuatan hubungan antara parameter agroklimat dengan persentase produksi kalus. Untuk mengetahui pengaruh periode waktu terhadap produksi kalus, dibentuk peubah-peubah baru yang disusun berdasarkan nilai setiap parameter pada 1-12 bulan sebelum inokulasi. Analisis korelasi dilakukan untuk setiap titik nilai parameter agroklimat berdasarkan periode waktu (lag time) terhadap nilai persentase produksi kalus. Nilai korelasi tersebut selanjutnya diplotkan dalam bentuk grafik hubungan korelasi parameter agroklimat terhadap produksi kalus. Analisis komponen utama dan diagram biplot digunakan untuk pemilihan parameter agroklimat terbaik dan menggambarkan karakteristik hubungan antar parameter terhadap produksi kalus.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

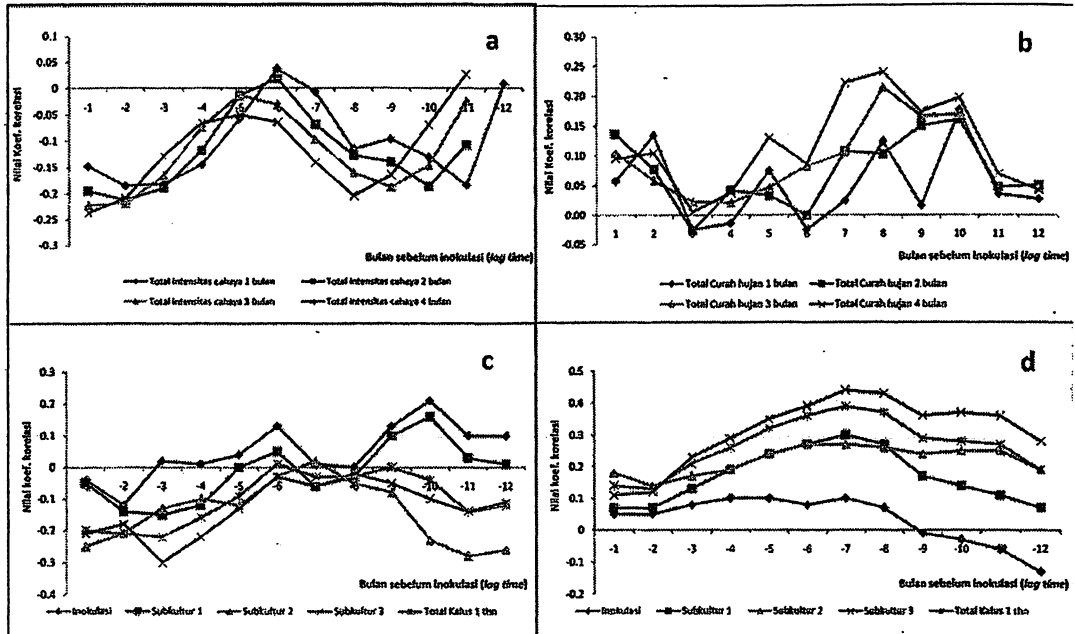
### **Hubungan korelasi parameter agroklimat terhadap produksi kalus *in vitro***

Analisis korelasi menunjukkan kecenderungan bahwa total curah hujan selama 4 bulan memiliki hubungan korelasi terhadap produksi kalus yang lebih kuat dibandingkan dengan total curah hujan selama 1, 2 dan 3 bulan. Nilai korelasi yang paling kuat dan nyata pada kelompok gusus data total curah hujan selama empat bulan terjadi pada periode 7-10 bulan dengan kisaran nilai 0.17 - 0.24 (Gambar 1a). Hampir seluruh gugus data curah hujan memiliki korelasi positif terhadap produksi kalus total, kecuali pada gugus data total curah hujan 1 bulan periode 4 dan 6 bulan sebelum inokulasi. Nilai korelasi tersebut menunjukkan peningkatan curah hujan cenderung bersifat simultan dalam meningkatkan produksi kalus.

Nilai korelasi intensitas cahaya cenderung bernilai negatif terhadap produksi kalus total. Pengaruh total intensitas cahaya selama 1, 2, 3, maupun 4 bulan relatif sama terhadap produksi kalus (Gambar 1b). Intensitas cahaya yang berkorelasi paling kuat terhadap produksi kalus terjadi pada periode 1-3 bulan dan 11 bulan sebelum inokulasi.

Pengaruh rataan selang suhu maksimum-minimum harian berkorelasi positif dan kuat terhadap produksi kalus pada berbagai periode subkultur eksplan. Nilai korelasi terkuat terlihat pada periode 7-8 bulan sebelum inokulasi (Gambar 1c), sehingga dapat dinyatakan pengaruh gradien suhu terhadap produksi kalus terjadi pada periode 7-8 bulan sebelum inokulasi. Korelasi rataan suhu harian terhadap produksi kalus relatif lemah, dan cenderung berbeda arah pada periode subkultur awal dan akhir. Korelasi rataan suhu bernilai positif pada periode inokulasi sampai subkultur pertama, Sedangkan korelasi negatif yang terjadi pada lag waktu yang sama bernilai negatif pada subkultur kedua dan ketiga (Gambar 1d).

Dengan metode yang sama diperoleh bahwa rataan kelembaban udara harian yang memiliki korelasi paling kuat positif dan nyata terhadap produksi kalus berada pada selang periode 0 – 2 bulan sebelum inokulasi (data tidak ditampilkan). Nilai korelasi rataan kelembaban udara relatif terhadap produksi kalus total pada periode tersebut berada pada selang 0.17- 0.27.



Gambar 1. Hubungan korelasi total intensitas cahaya (a), total curah hujan (b), rata-rata suhu harian (c), dan rata-rata selang suhu maksimum-minimum harian (d) terhadap produksi kalus selama satu tahun berdasarkan lama waktu sebelum inokulasi eksplan.

Faktor agroklimat tampaknya mempengaruhi kapasitas embriogenesis somatik secara tidak langsung dan membutuhkan selang waktu (*lag time*) yang cukup lama, yaitu sekitar 7 bulan sebelum inokulasi. Hal yang sama juga ditemukan di lapang, dimana produksi tandan buah dipengaruhi oleh curah hujan pada 7- 10 bulan sebelumnya (Chan 1999). Belum dapat diidentifikasi lebih lanjut regulasi proses fisiologi yang terjadi selama *lag time* tersebut.

Faktor agroklimat yang teridentifikasi cukup besar mempengaruhi kemampuan kalogenesis dan embriogenesis adalah curah hujan dan selang suhu maksimum-minimum, sedangkan intensitas cahaya relatif lebih kecil. Pengaruh curah hujan dan selang suhu maksimum-minimum diduga berhubungan dengan kegiatan produksi (Chan 1999) atau distribusi dan penyimpanan (*sink*) cadangan makanan (Tanaka *et al.* 1995).

Suhu udara memiliki pengaruh besar secara fisiologis dalam peningkatan biomasa. Pengaruh utama suhu udara berkaitan dengan metabolisme enzimatis dan fotosintesis. Tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi aktivitas Rubisco dalam reaksi oksidasi-karboksilasi untuk kegiatan fotorespirasi. Suhu udara juga berpengaruh pada kecepatan translokasi berbagai mineral menuju organ vegetatif dan generatif (Tanaka *et al.* 1995, Lambers *et al.* 2008). Suhu rendah pada ambang batas tertentu pada suatu tanaman berpengaruh pada penyimpanan asimilat. Sedangkan pada suhu tinggi biomassa berkurang akibat konsumsi energi berlebih selama proses respirasi yang lebih aktif. Suhu tinggi mengakibatkan aktivitas

metabolisme menjadi lebih aktif. Sukrosa yang seharusnya dikonversi menjadi cadangan makanan dipecah menjadi monosakarida dan digunakan sebagai sumber energi (Tanaka *et al.* 1995).

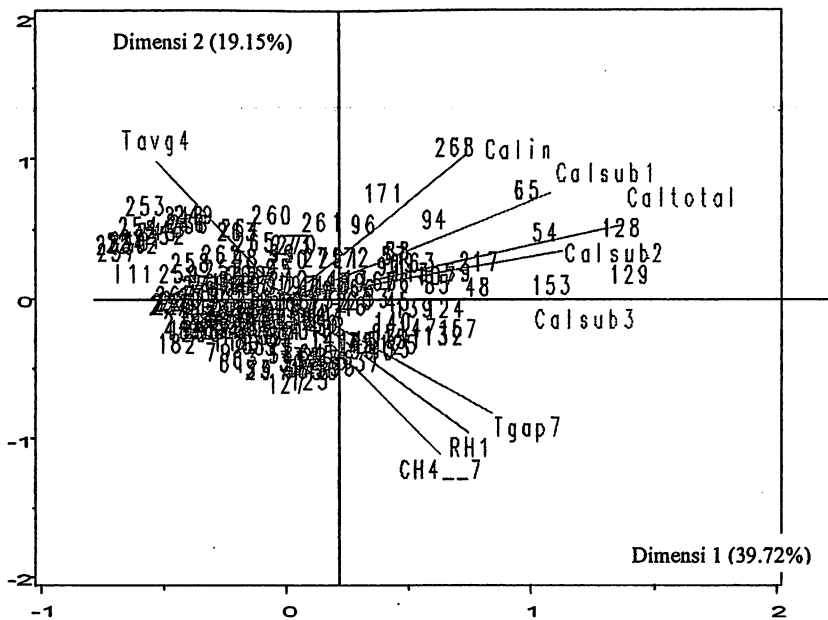
#### **Parameter terbaik untuk ES Kelapa sawit**

Berdasarkan hasil analisis korelasi yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis komponen utama terhadap titik-titik peubah yang memiliki nilai korelasi paling kuat untuk melihat karakteristik peubah tersebut. Hasil analisis menunjukkan kemiripan karakteristik antara curah hujan, selang suhu udara, dan kelembaban udara (Tabel 1). Peubah-peubah tersebut merupakan penciri produksi kalus baik pada fase inokulasi, subkultur pertama sampai dengan subkultur ketiga, serta total kalus (Gambar 2). Selanjutnya dilakukan pemilihan peubah berdasarkan persamaan pola produksi kalus (Gambar 3).

Tabel 1. Hubungan antara komponen utama dan parameter agroklimat .

Peubah	KU1	KU2	KU3	KU4	KU5	KU6	KU7	KU8
CH4_7	-0.21	-0.35	-0.10	-0.52	0.54	0.00	0.26	0.30
CH4_8	-0.18	-0.54	-0.12	-0.09	-0.43	-0.37	0.37	-0.12
Tgap7	-0.36	-0.03	-0.25	-0.13	-0.35	0.50	-0.07	-0.07
Tgap8	-0.39	0.06	-0.19	-0.14	-0.25	0.34	-0.10	0.01
Tavg3	0.35	-0.25	-0.34	0.00	-0.22	-0.16	-0.29	-0.21
Tavg4	0.29	0.12	-0.47	0.34	0.04	0.22	0.69	-0.01
I11	0.07	0.51	-0.25	-0.58	-0.13	-0.41	0.06	-0.23
I2	0.29	-0.41	0.37	-0.15	-0.06	0.22	0.03	-0.39
I3	0.32	-0.25	-0.47	-0.07	0.04	0.05	-0.41	0.42
RH1	-0.32	-0.11	-0.35	0.24	0.50	-0.09	-0.21	-0.62
RH2	-0.36	-0.07	0.00	0.39	-0.14	-0.44	-0.06	0.30
Nilai Eigen	5.06	1.79	1.05	0.97	0.78	0.54	0.38	0.17
Proporsi	0.46	0.16	0.10	0.09	0.07	0.05	0.04	0.02
Kumulatif	0.46	0.62	0.72	0.81	0.88	0.93	0.96	0.98

Keterangan : KU : komponen utama, CH4 : total curah hujan selama 4 bulan, Tgap : selang suhu udara maksimum-minimum, TAvg : rata-rata suhu udara, I : intensitas cahaya, RH : rata-rata kelembaban udara

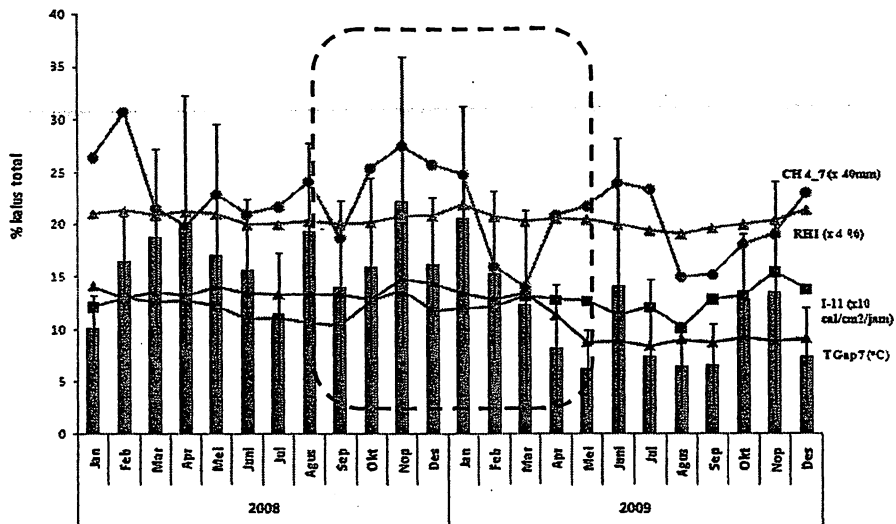


Gambar 2. Profil biplot hubungan peubah agroklimat dan genotipe ortet.

Keterangan : Tavg4 : rata-rata suhu harian lag time 4 bulan sebelum inokulasi, I11: intensitas cahaya lag time 11 bulan, Tgap7 : rata-rata selang suhu lag time 7 bulan, RH1 : rata-rata kelembaban udara lag time 1 bulan, CH4\_7 : curah hujan lag time 7 bulan, Calin : persen kalus fase inokulasi, Calsub1-3 : persentase kalus fase subkultur 1, 2, dan 3, caltotal : persentase kalus total.

Berdasarkan hasil penelitian Issali *et al.* (2010), parameter agroklimat terbaik yang mencirikan embriogenesis somatik pada tanaman cokelat diantaranya suhu udara, curah hujan, dan intensitas cahaya. Di antara ketiga peubah tersebut, selang suhu udara memberikan pengaruh paling dominan terhadap kemampuan embriogenesis somatik. Di duga faktor agroklimat mempengaruhi ambang batas metabolisme zat pengatur tumbuh endogenus terutama auksin. Peningkatan kompetensi seluler dan kapasitas embriogenesis akan terjadi saat ambang batas tersebut tercapai (Issali *et al.* 2000).

Eksplorasi deskriptif lebih lanjut terhadap selang suhu maksimum-minimum periode 7 bulan sebelum inokulasi menunjukkan pengaruh yang cukup berarti. Nilai selang suhu maksimum-minimum mulai dari Januari 2008 sampai dengan Maret 2009 cenderung stabil antara 13–15 °C, namun sejak bulan April 2009 terjadi penurunan nilai selang suhu dan menjadi stabil pada kisaran 9–10 °C sampai dengan Desember 2009 (Gambar 3). Dampak dari penurunan suhu tersebut terlihat jelas pada penurunan persentase pembentukan kalus total yang cukup besar. Rata-rata produksi kalus dari bulan Januari 2008 – Maret 2009 adalah 16.3 %, sedangkan rata-rata produksi kalus dari bulan April sampai Desember 2009 adalah 9.2 %. Hal ini menunjukkan bahwa selang suhu memiliki peran cukup besar dalam menentukan kapasitas produksi kalus, baik sebagai faktor tunggal maupun interaksinya dengan faktor lainnya.



Gambar 3. Profil distribusi rata-ran persentase pembentukan kalus berdasarkan bulan inokulasi dan deret data parameter klimatologi setiap bulan. Keterangan : : rata-ran pembentukan kalus setiap bulan, : Rataan selang suhu maksimum-minimum harian selama 1 bulan ( $^{\circ}\text{C}$ ), : total curah hujan selama 4 bulan pada 7 bulan sebelum inokulasi, : Total intensitas surya selama 1 bulan ( $\text{Kkal}/\text{cm}^2/\text{jam}$ ), : rata-ran kelembaban udara 1 bulan sebelum inokulasi, tanda bar ( $\tau$ ) merupakan standar deviasi.

Pengaruh curah hujan selama 4 bulan pada 7 bulan sebelum inokulasi cenderung memberikan kemiripan pola dengan produksi kalus total. Pengaruh positif curah hujan yang terjadi pada puncak produksi kedua tahun 2008, dan puncak produksi pertama tahun 2009 menunjukkan kesesuaian pola yang tepat, sedangkan puncak pertama tahun 2008 dan puncak kedua tahun 2009 relatif berbias. Pengaruh intensitas surya pada 11 bulan sebelum inokulasi pada periode puncak kedua tahun 2008 juga menunjukkan kesesuaian pola, di mana korelasi pengaruh intensitas surya terhadap produksi kalus total bernilai negatif.

#### Kondisi optimum untuk produksi kalus *in vitro*

Berdasarkan kesesuaian pola produksi kalus total terhadap parameter agroklimat dan rata-ran produksi kalus total periode Juli 2008 – Maret 2009 yang tinggi, maka periode tersebut ditetapkan sebagai periode acuan dalam penentuan kondisi agroklimat untuk memperoleh produksi optimum. Dalam rentang periode Juli 2008 – Maret 2009, produksi kalus total yang tergolong tinggi terjadi pada bulan Agustus dan Nopember 2008 serta Januari 2009, yaitu rata-rata berkisar 19 – 22% (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase produksi kalus optimum dan nilai parameter agroklimat pada tiga periode inokulasi eksplan terpilih.

Waktu inokulasi	Persentase Produksi Kalus (%)	CH4_7 (mm)	TGap7 (°C)	Rad11 (KKal/cm <sup>2</sup> /jam)
Agustus 2008	19.3 ± 8.5	964.8	13.4	12.6
November 2008	22.2 ± 13.8	1102.1	14.8	10.9
Januari 2009	20.6 ± 10.7	994.5	13.4	10.5

Keterangan : Cetak Tebal : rata-rata ± SD, CH4\_7 : curah hujan selama 4 bulan pada 7 bulan sebelum inokulasi, TGap7 : rata-rata selang suhu udara maksimum-minimum harian pada 7 bulan sebelum inokulasi, Rad11 : total intensitas cahaya pada 11 bulan sebelum inokulasi.

Berdasarkan pola distribusi rata-rata produksi kalus setiap bulan (Gambar 3) pada periode tahun 2008- 2009, ketiga nilai persentase kalus optimum tersebut sudah dapat dianggap mewakili populasi periode tahun 2008- 2009. Sehingga dapat diperoleh selang nilai dari setiap parameter agroklimat yang diuji untuk mendapatkan nilai produksi kalus yang optimum. Selang nilai curah hujan yang diperlukan untuk memperoleh produksi kalus optimum adalah 965- 1102 mm. Sedangkan untuk rata-rata selang suhu udara maksimum-minimum, selang nilai yang diperlukan adalah 13.4- 14.8 °C pada 7 bulan sebelum inokulasi. Produksi kalus juga akan optimum pada selang intensitas cahaya matahari pada 11 bulan sebelum sebesar 10.5- 12.6 KKal/cm<sup>2</sup>/jam.

Dengan diketahuinya faktor agroklimat yang dominan mempengaruhi produksi kalus dan embrio somatik, penanganan ortet akan dapat lebih optimal. Untuk memperoleh produksi kalus yang optimum dapat dilakukan dengan pengambilan spear pada kriteria kondisi optimum sebelumnya. Salah satu upaya yang mungkin dapat dilakukan dalam memanipulasi kondisi agroklimat adalah pengairan (irigasi) yang dilakukan 7 bulan sebelum inokulasi apabila pola curah hujan di kebun tidak mendukung.

## KESIMPULAN

Terdapat hubungan linier positif total curah hujan selama empat bulan dan rata-rata selang suhu maksimum-minimum satu bulan pada tujuh bulan sebelum inokulasi eksplan. Kondisi agroklimat yang diperlukan untuk mencapai produksi kalus optimum adalah : selang nilai curah hujan selama 4 bulan sebesar 965 – 1102 mm, rata-rata selang suhu maksimum-minimum antara 13.4 – 14.8 °C pada 7 bulan sebelum inokulasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan PT SMART Tbk. yang telah mendanai studi dan kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pimpinan Lab. kultur jaringan produksi Plant Production & Biotechnology Division, PT SMART Tbk., dan pimpinan bagian pemuliaan kelapa sawit SMARTRI atas bantuan dalam pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bakrie Center Foundation (BCF) atas beasiswa pendidikan pada periode tahun 2010.



## DAFTAR PUSTAKA

- Chan KW. 1999. Higher Oil Palm Yield Potential and Production in The Next Millenium. *In* : *Seminar on Yield Potential and Forecasting in Oil Palm*. 4-5 December 1999. Malaysia : Asgard Information Services. 29 pp.
- Issali AE, Traoré A, Konan JL, Mpika J, Minyaka E, Ngoran JAK, Sangaré A. 2010. Relationship between five climatic parameters and somatic embryogenesis from sporophytic floral explants of *Theobroma cacao* L. *Afr. J. Biotechnol.* Vol. 9 (40) : 6614-6625
- Kushairi A, Rajanaidu N. 2009. Current Status of Oil Palm Planting Materials in the World and Future Challenges. *XVI International oil palm conference and expopalma : Challenges in sustainable oil palm development*. Modul 1 : Agronomy. Cartagena de indias, Colombia.
- Lambers H, Chapin FS, Pons TL. 2008. *Plant Physiological Ecology*. New York : Springer.
- Liwang T. 2009. Research and Innovations to Improve the Oil Palm Seed Production. *XVI International oil palm conference and expopalma : Challenges in sustainable oil palm development*. Modul 1 : Agronomy. Cartagena de indias, Colombia, 22 – 25 September.
- Rohani O, Sharifah SA, Mohd. Rafii Y, Ong M, Tarmizi AH, Zamzuri I. 2000. Tissue culture of Oil palm. *in* Basiron Y, Jalani BS, Chan KW. (Eds.) *Advances in Oil Palm Research vol 1*. Malaysian Palm Oil Board. p. 19-38
- Ruslan A, Harun AA. 1989. Factors affecting somatic embryogenesis in oil palm tissue culture. *PORIM - International Palm Oil Development Conference*.
- Tanaka K, Kasai Z, Ogawa M. 1995. Physiology of Ripening. *In* : Matsuo T, Kumazawa K, Ishii R, Ishihara K, Hirata H (Eds.). *Science of The Rice Plant, Vol 2 : Physiology*. Tokyo : FAPRC Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Japan
- Wong G, Tan CC, Soh AC. 1996. Large scale propagation of oil palm clones - experience to date. *International Symposium on in vitro culture and Horticultural Breeding*. Jerusalem, Israel. 9 p.