

**PENGARUH TINGGI TEMPAT TERHADAP TINGKAT SERANGAN HAMA
PENGGEREK BUAH KAKAO (*Conopomorpha cramerella* Snellen)
DI KABUPATEN PIDIE**

*Effect of the Altitude on the Level of Cocoa Pod Borer (*Conopomorpha Cramerella* Snellen) Attack in Pidie District*

Syarkawi^{1*}, Husni², Muhammad Sayuthi²

¹Mahasiswa Program Studi Magister Agroekoteknologi Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111. *email korespondensi:: syarkawi.msi@gmail.com

²Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk Hasan Krueng Kalee No. 3, Banda Aceh 23111

ABSTRACT

This study aims to look at the effect of altitude on the level of pest infestation *C. cramerella*, so getting information as a data source control of pests *C. cramerella* future. This study was conducted in garden cocoa folk in Pidie district, starting from January to March 2015. This study used survey method. Factors examined in this study was the effect of altitude on the level of *C. cramerella* attack, carried out with *purposive sampling* method. Altitude is divided into four categories (A = 0-200 m dpl, B = 201-400 m dpl, C = 401-600 m dpl, dan D = 601-800 m dpl). Altitude affects the level of attacks pests *C. cramerella*, the highest attack at the location A to 76.77%, and attacks decreased in the location D is 31%. PBK altitude affects the population, the highest population found in the location A with an average 328.60 compared to the location D is only 95.80. There is a positive correlation between the temperature with an attack percentage of fruit and pests *C. cramerella* population, but the humidity showed a negative correlation to the percentage of fruit attacks and pests *C. cramerella* populations.

Keywords: Altitude place, *Conopomorpha cramerella* Snellen, Cocoa.

PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditi perkebunan unggulan di Provinsi Aceh. Total luas areal untuk pengembangan kakao dan produksi kakao Aceh dari tahun 2006 - 2012 mengalami peningkatan (Disbun, 2013).

Kabupaten Pidie merupakan salah satu sentra pengembangan kakao di Provinsi Aceh, luas areal tanaman kakao Pidie tahun 2012 mencapai 9.599 ha dengan produksi 4.499 ton, dan produktivitas 699 kg/ha. Produktivitas kakao di Pidie tidak berbeda dari rata-rata produktivitas kakao Aceh yang mencapai 711 kg/ha, namun produktivitas ini masih dibawah produktivitas kakao nasional yang

mencapai 844 kg/ha (BPS, 2012).

Kondisi dari perkebunan kakao rakyat umumnya kurang terawat, umur tanaman sudah tua, bahan tanam yang digunakan rata-rata dari klon tidak unggul. Kondisi ini menyebabkan tingginya tingkat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), sehingga produktivitas kakao yang dihasilkan cukup rendah serta mutu kakao yang rendah (Direktorat Jendral Perkebunan, 2008). Salah satu OPT utama yang menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan budidaya kakao adalah penggerak buah kakao (*Conopomorpha cramerella*). Hama ini menjadi prioritas utama untuk dikendalikan mengingat kecenderungan intensitas dan luas

serangannya semakin meningkat (Sulistiyowati et al. 2003).

Menurut Sulistiyowati et al., (2003) *C. cramerella* menyerang buah kakao yang masih muda sampai dengan buah panen dan cenderung lebih menyukai buah kakao yang panjangnya ± 9 cm. Serangan hama ini dapat menyebabkan penurunan produksi buah kakao sampai $> 80\%$ dan relatif sulit dikendalikan. Lim (1992) menambahkan bahwa selain menurunkan produksi, serangan hama ini juga menyebabkan kualitas biji menjadi rendah. Pada tahun 2000 dilaporkan bahwa serangan hama ini mencapai 60.000 ha dengan kehilangan hasil sebesar Rp.405.643.680.000,-/tahun (Ditjenbun, 2008).

Menurut Gillot (1982) pada umumnya perkembangan dan reproduksi serangga sangat dipengaruhi oleh beragam faktor abiotik. Salah satunya adalah iklim, faktor ini mempengaruhi serangga secara langsung maupun tidak langsung, terutama orientasi serangga saat mencari makanan, dan menyebabkan perubahan pada fisiologi serangga dalamantisipasi kondisi iklim yang merugikan. Rockstein (1973) menambahkan bahwa pada dasarnya metabolisme serangga sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan yang membuatnya dapat bertahan hidup. Ysvina (2010) Iklim berpengaruh langsung terhadap tingkat kelahiran dan kematian, secara tidak langsung iklim berpengaruh terhadap kelimpahan serangga.

Hal tersebut menggambarkan respon serangga terhadap lingkungannya. Serangga sangat sensitif terhadap variasi lingkungan, dan serangga dapat merubah kelakuan mereka dalam merespon naik turunnya kondisi lingkungan atau perubahan lingkungan. Serangga, khususnya yang dapat terbang dan berpindah untuk menghindari naik turunnya temperatur, kelembaban, zat kimia atau faktor abiotik lainnya untuk menghindari kondisi yang merugikan (Schowalter, 1996).

Hasil penelitian Capinera (2012), ketinggian tempat berpengaruh pada perbedaan suhu, kelembaban udara, dan angin yang mempengaruhi penyebaran serangga. Secara keseluruhan, informasi tersebut merupakan landasan yang penting dalam upaya mengetahui penyebaran penggerek buah kakao (PBK) pada setiap ketinggian tempat, apakah kasus itu juga terjadi pada perkebunan kakao di Kabupaten Pidie yang dibudidayakan pada ketinggian tempat yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan sebuah penelitian untuk melihat pengaruh ketinggian tempat terhadap tingkat serangan hama *C. cramerella*, sehingga mendapatkan informasi sebagai sumber data pengendalian hama *C. cramerella* dimasa mendatang.

Penelitian ini untuk mengetahui tingkat serangan hama PBK pada beberapa ketinggian tempat di Kabupaten Pidie.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kebun kakao rakyat di Kabupaten Pidie, dimulai sejak bulan Juni sampai Oktober 2014 (Musim trek/kering, lebih kurang selama lima (5) bulan.

Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode survai. Faktor yang diteliti dalam penelitian ini adalah pengaruh ketinggian tempat terhadap tingkat serangan hama penggerek buah kakao (*C. cramerella*), dilakukan dengan metode *purposive sampling*.

Adapun ketinggian tempat dibagi kedalam empat kategori, yaitu :Lokasi A dengan ketinggian 0-200 m dpl, Lokasi B = 201 -400 m dpl, Lokasi C = 401-600 m dpl, dan Lokasi D = 601-800 m dpl, pada setiap ketinggian tempat tersebut diambil lahan sampel seluas 10 ha. Dari lahan tersebut dipilih 5 plot, dengan luas setiap plotnya adalah 1 ha, dan dari setiap plot diambil 10 pohon sampel secara zig-zag.

Pelaksanaan Penelitian

Penentuan Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat diukur dengan menggunakan *Altimeter*, dari tiap-tiap ketinggian lokasi penelitian harus terdistribusi, setiap lokasi ketinggian tempat didistribusikan menjadi 5 plot dengan ketinggian yang berbeda untuk mewakili lokasi penelitian tersebut.

Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Untuk mengukur suhu dan kelembaban dilakukan dengan meletakkan *Thermometer Digital* dan *Hygrometer Digital* pada setiap ketinggian lokasi dan hitung setiap harinya untuk melihat rerata suhu dan kelembaban hariannya.

Pengambilan Sampel Buah

Untuk menentukan homogenitas semua pohon sampel pada setiap ketinggian tempat diambil pohon sampel yang berumur 7 – 10 tahun dari varietas yang sama dan cara budidaya sama. Pada setiap pohon sampel, semua buah kakao yang mempunyai diameter 7 cm, lalu setiap buah kakao tersebut diamati tingkat serangan *C. cramerella*. Pengamatan buah kakao yang menjadi sampel dilakukan selama 5 bulan dengan interval waktu pemanenan sampel buah tiga minggu sekali.

Pemasangan Sex Feromon Trap

Sampling hama PBK dilakukan dengan cara memasang perangkat sex feromon, hama PBK yang tertangkap kemudian dihitung untuk melihat kelimpahan populasinya.

Pengamatan

Adapun peubah yang diamati dalam penelitian ini antara lain adalah Tingkat serangan PBK (*C. cramerella*) dan Kelimpahan populasi hama PBK (*C. cramerella*).

Analisis Data

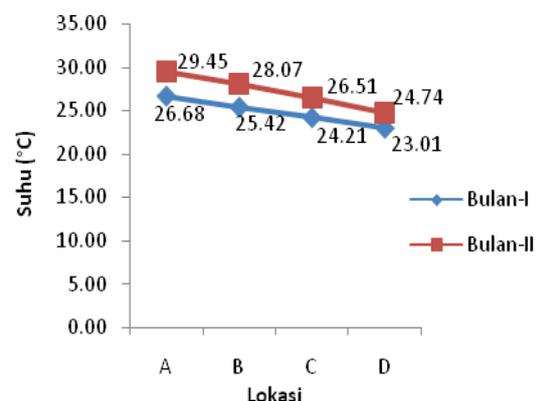
Data hasil penelitian pada setiap peubah dianalisis dengan sidik ragam, jika

terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Suhu pada Ketinggian Tempat (°C)

Hasil rata-rata suhu tertinggi pada lokasi A (0-200 m dpl) hingga mencapai 29.45°C pada bulan kedua, diikuti dengan lokasi B (201-400 m dpl) yakni 28.07°C, lokasi C (401-600 m dpl) dengan rata-rata 25.61°C, dan suhu terendah pada lokasi D (601-800 m dpl) yakni 24.74°C. Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian tempat mempengaruhi suhu lingkungan.



Gambar 1. Rata-rata suhu lingkungan dengan pada berbagai ketinggian tempat.

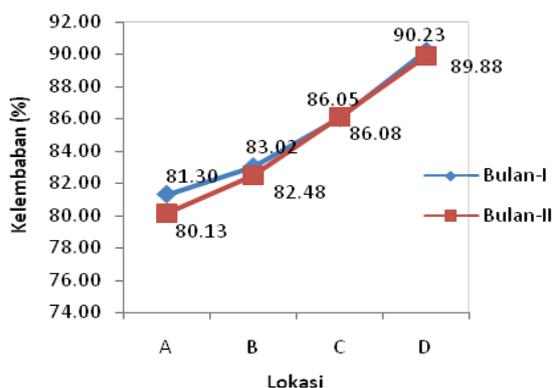
Kabupaten Pidie secara umum dicirikan oleh keadaan iklim bervariasi, yang diduga karena terdapat perbedaan letak geografis seperti ketinggian tempat di atas permukaan laut (dpl) yang menimbulkan perbedaan cuaca dan iklim secara keseluruhan pada lokasi terkait, terutama suhu dan kelembaban. Menurut Sangadji (2001) unsur-unsur cuaca dan iklim dikendalikan oleh letak lintang, ketinggian, jarak dari laut, topografi, jenis tanah dan vegetasi. Pada dataran rendah ditandai dengan suhu lingkungan yang tekanan udara dan oksigennya tinggi. Sedangkan dataran tinggi banyak mempengaruhi penurunan tekanan udara dan suhu udara.

Perubahan suhu harian tiap 100 m dpl turun berkisar antara 0.5-1°C dengan rata-ratanya 0.5-0.7°C per 100 m dpl. Handoko (1995) menjelaskan bahwa laju penurunan suhu akibat ketinggian memiliki variasi yang berbeda-beda untuk setiap tempat (Rata-rata 0,5-0,6°C tiap kenaikan 100 meter). Sangadji (2001) menambahkan bahwa ketinggian tempat berhubungan dengan suhu, semakin tinggi suatu tempat maka suhu akan semakin rendah.

Perubahan Kelembaban Udara (RH) pada Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap perubahan kelembaban, lokasi D (601-800 m dpl) menunjukkan kelembaban udara tertinggi, hal ini diduga karena ada pengaruh dari vegetasi pada lokasi D yang masih terjaga, sehingga kemungkinan besar selain dari ketinggian tempat, vegetasi di sekitar lokasi D juga memegang peran yang penting mengendalikan kelembaban. Sesuai dengan pendapat Ridwar dan Abrar (2006) wilayah yang vegetasinya lebat dapat menyebabkan suhu udara rendah dan kelembaban nisbi (RH) tinggi, sebaliknya pada keadaan sama tapi vegetasinya renggang maka RH lebih rendah.

Kelembaban udara bisa mempengaruhi aktivitas serangga. Nainggolan (2001) menjelaskan bahwa kelembaban udara berperan sangat besar terhadap kadar air tubuh serangga, dan siklus hidup serangga sehingga mengatur aktivitas organisme dan penyebaran serangga.

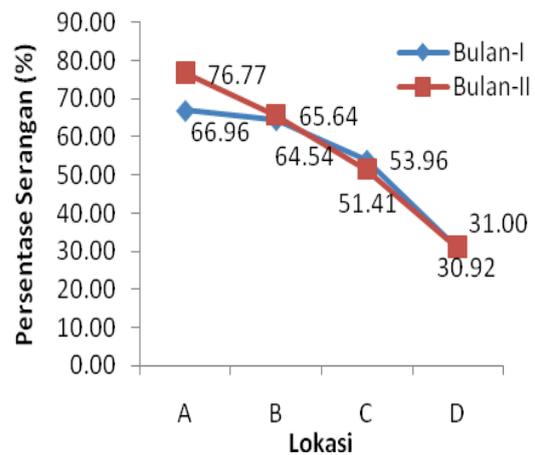


Gambar 2. Rata-rata kelembaban lingkungan pada berbagai ketinggian tempat.

Gambar 2. menunjukkan bahwa tinggi tempat menentukan kemampuan udara untuk mengikat air. Kelembaban dipengaruhi oleh fluks matahari yang sampai di permukaan bumi dan curah hujan. Umumnya semakin tinggi tempat maka kelembaban udara semakin rendah untuk daerah tropis.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ketinggian tempat, intensitas cahaya dan keberadaan vegetasi berkaitan erat dengan perubahan RH. Pengamatan kelembaban di Kabupaten Pidie mulai ketinggian 0-800 m dpl, menunjukkan perbedaan pada tiap ketinggian tempat, terutama perbedaan di setiap lokasi penelitian. Seperti pada lokasi A dan B dengan ketinggian lebih rendah memiliki kisaran kelembaban 80%. Sedangkan di Lokasi C dan D yang memiliki tinggi tempat lebih tinggi dengan kisaran kelembaban hingga 91%.

Persentase Serangan Buah Kakao



Gambar 3. Hubungan antara tinggi tempat dengan persentase serangan PBK.

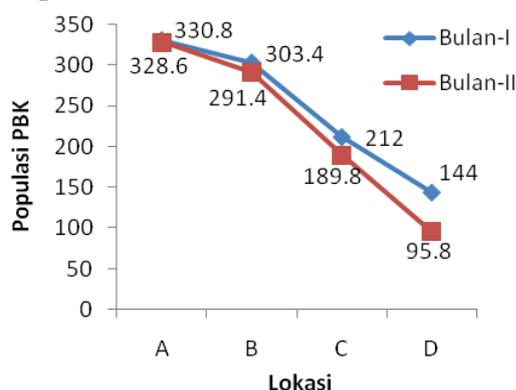
Tingkat serangan PBK ada kaitannya dengan suhu lingkungan dan proses biokimia dan fisik dalam tubuh serangga. Sulistyowati (2003) menyatakan bahwa faktor iklim juga menjadi salah satu faktor

penting tinggi atau rendahnya serangan hama PBK.

Lebih lanjut Rahayu (2012) menyatakan bahwa ketinggian tempat erat kaitannya dengan suhu udara yang memegang peranan penting dan sering menjadi faktor pembatas karena mempengaruhi kecepatan proses metabolisme dan kehidupan serangga dalam berbagai segi antara lain aktivitas makan serangga, dan perkembangannya.

Hasil pengamatan produksi kakao lebih banyak ditemui pada lokasi A dan B, ini juga dapat menjadi faktor pendukung eksistensi PBK, dimana ketersediaan buah di lapangan sangat mempengaruhi tinggi rendahnya serangan hama PBK. Menurut Sulistyowati (2003) ketersediaan buah sebanyak 72% dapat menunjang satu generasi, 21% menunjang dua generasi dan 7% menunjang tiga generasi. Semakin banyak buah yang tersedia di lapangan, semakin tinggi populasi hama PBK sehingga menyebabkan terjadinya serangan berat.

Populasi PBK



Gambar 4. Hubungan antara populasi PBK dengan tinggi tempat.

Tingginya rata-rata populasi PBK pada lokasi A dan B, diduga pada ketinggian lokasi A dan B kondisi lingkungannya sangat sesuai untuk berkopulasi dan meletakkan telur sehingga populasi PBK dapat berkembang baik pada kedua lokasi ini. Menurut Jumar (2010) suhu dan kelembaban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi

perkembangan populasi hama PBK, suhu yang efektif bagi perkembangan serangga adalah 15°C (suhu minimum), 25°C (suhu optimum), 45°C (suhu maksimum), dan PBK menghendaki suhu 26-28°C untuk berkopulasi pada malam hari.

Lokasi A (0-200 m dpl) dan B (2001-400 m dpl) menunjukkan suhu yang sesuai atau yang diinginkan PBK karena pada kedua lokasi ini memiliki suhu rata-rata 30°C pada siang hari dan berkisar 25°C-27°C pada malam hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Sangadji (2001) yang menyatakan perubahan suhu dari siang hari ke malam hari berkisar antara 3-5°C.

Perubahan suhu mempengaruhi dinamika populasi serangga. Menurut Shi *et al.* (2011) suhu mempengaruhi fisiologi, kelimpahan, fenologi, distribusi serangga, dan dimensi serangga. Hasil penelitian Thomson *et al.* (2010) menyatakan bahwa perubahan suhu dapat mempengaruhi populasi dan distribusi serangga fitofag (Lepidoptera) yang merupakan ordo dari PBK.

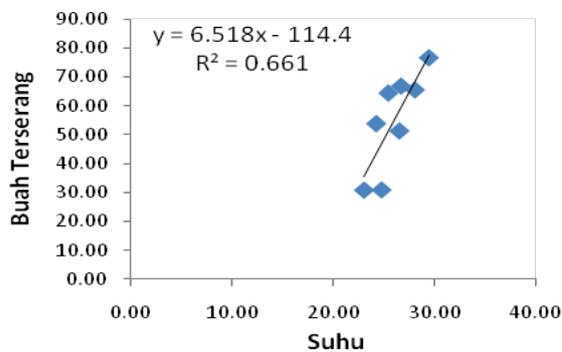
Dinamika populasi serangga erat kaitannya dengan iklim, kenaikan jumlah populasi PBK di lokasi A dan B diduga disebabkan oleh semua fase PBK mencapai kondisi suhu yang optimal untuk berkembang. Penurunan jumlah populasi serangga dapat disebabkan oleh penurunan fekunditas akibat penurunan suhu (Hodkinson 2005). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Hoiss *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa jumlah spesies serangga menurun dengan meningkatnya lintang atau ketinggian tempat yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Selain itu, tempat yang lebih tinggi dapat memperlambat reproduksi serangga sehingga jumlah generasi dan jumlah populasi serangga cenderung lebih sedikit (Duyck *et al.* 2010).

Selain itu, dari hasil pengamatan kelembaban antara setiap lokasi menunjukkan kesesuaian atau kondisi lingkungan yang disukai oleh PBK yakni kelembaban tinggi yang akan memacu populasi PBK berkisar antara 80-90%. Hal

ini dipertegas oleh Baharudin *et al.*, (2004) bahwa kondisi yang sesuai bagi perkembangan serangga PBK merupakan kondisi pertanaman dengan naungan berat, sehingga untuk mengurangi kelembaban perlu dilakukan pemangkasan terhadap tanaman kakao maupun tanaman naungan sebagai salah satu upaya pencegahan serangan hama PBK.

Korelasi Suhu (°C) Terhadap Serangan Buah Kakao

Terdapat korelasi antara suhu dengan serangan buah kakao (Gambar 6). Hal ini diduga karena suhu lingkungan mempengaruhi aktivitas PBK yang menjadi faktor determinan paling penting pada aktivitas serangga dalam mencari sumber makanan.

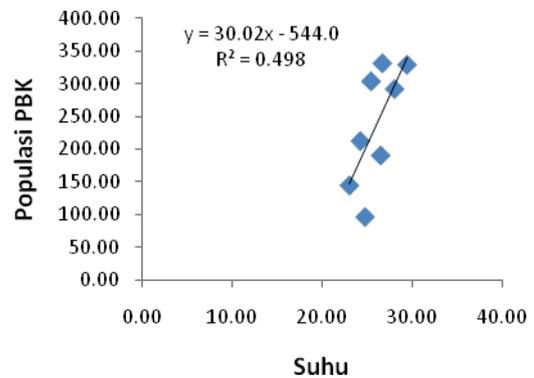


Gambar 5. Korelasi suhu (°C) terhadap serangan buah kakao.

Suhu menjadi penting sebagai faktor pembatas yang mempengaruhi segala aktivitas serangga dan memiliki daya adaptasi tertentu dengan lingkungannya. Nietschke *et al.* (2007) menyatakan bahwa suhu menjadi faktor yang relevan yang mempengaruhi aktivitas hama. Thomson *et al.* (2010) menambahkan bahwa serangga memiliki kisaran suhu tertentu untuk perkembangan dan proses fisiologisnya, dimana pada suhu tertentu aktivitas serangga tinggi dan akan berkurang (menurun) pada suhu yang lebih rendah. Fakta ini memperlihatkan bahwa suhu yang tidak mendukung akan memperpendek umur serangga (Jumar, 2010).

Korelasi Suhu (°C) Terhadap Populasi PBK

Terdapat korelasi yang positif antara suhu dengan populasi PBK (Gambar 7). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan suhu secara langsung akan mempengaruhi dinamika populasi serangga. Menurut (Shi *et al.* 2011) suhu mempengaruhi fisiologi, kelimpahan, fenologi, dan distribusi serangga.



Gambar 6. Korelasi suhu (°C) dengan populasi PBK.

Selain itu, perubahan suhu juga mempengaruhi perubahan dimensi serangga (Thomson *et al.* 2010). Hasil penelitian Trnka *et al.* (2007) menyatakan bahwa perubahan suhu dapat mempengaruhi distribusi serangga fitofag khususnya ordo Lepidoptera yang merupakan ordo dari PBK.

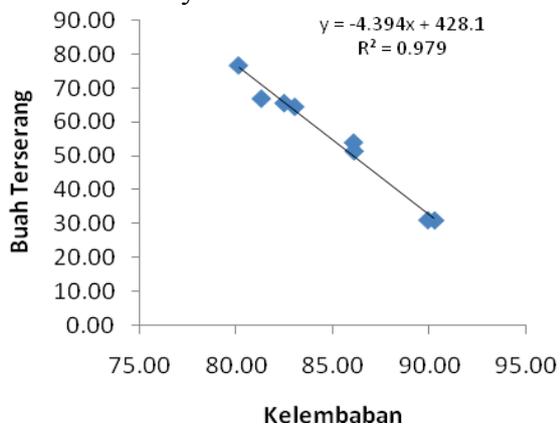
Dinamika populasi serangga erat kaitannya dengan iklim, kenaikan jumlah populasi PBK pada ketinggian 0-400 m dpl diduga disebabkan oleh semua fase PBK mencapai kondisi suhu yang optimal untuk berkembang. Pada dasarnya, lokasi A dan B (0-400 m dpl) lebih rendah dari lokasi C dan D 401-800 m dpl sehingga pada lokasi C dan D jumlah populasinya rendah karena dipengaruhi oleh suhu lingkungan yang rendah. Penurunan jumlah populasi serangga dapat disebabkan oleh penurunan fekunditas akibat penurunan suhu (Hodkinson 2005).

Penurunan suhu disebabkan oleh perbedaan ketinggian, dimana lokasi A dan B (0-400 m dpl) bila dibandingkan dengan

lokasi C dan d (401-800 m dpl). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Hoiss *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa jumlah spesies serangga menurun dengan meningkatnya lintang atau ketinggian tempat yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Selain itu, tempat yang lebih tinggi dapat memperlambat reproduksi serangga sehingga jumlah generasi dan jumlah populasi serangga cenderung lebih sedikit (Duyck *et al.* 2010).

Korelasi Kelembaban (RH) Dengan Tingkat Serangan

Terdapat korelasi antara kelembaban dengan tingkat serangan PBK. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban dapat mempengaruhi aktivitas serangga, kelembaban yang ideal yang mendukung aktivitas PBK yakni 80%.

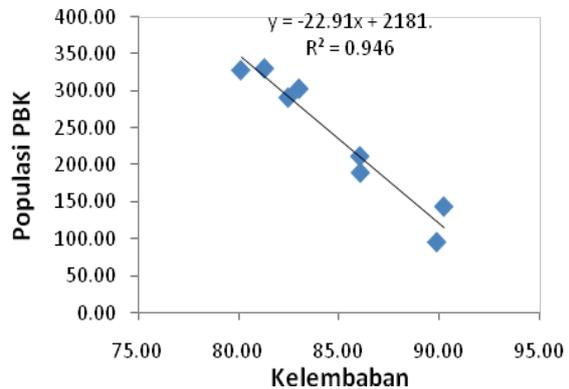


Gambar 7. Korelasi kelembaban (%) dengan populasi PBK.

Terdapat korelasi antara kelembaban dengan serangan PBK. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban udara sangat berperan dalam mendukung aktivitas PBK untuk meletakkan telur pada buah kakao. Hal ini sesuai dengan pendapat Sodiq (1993) yang menyatakan bahwa pada umumnya serangga sangat rentan kekeringan, khususnya dalam melakukan oviposisi, dan pada stadia larva yang keluar dari buah untuk pupasi, dan kemunculan imago juga dipengaruhi oleh kelembaban tanah yang optimal bagi kehidupan pupa adalah antara 80-90%.

Korelasi Kelembaban (RH) Dengan Populasi PBK

Terdapat korelasi antara kelembaban dengan tingkat serangan PBK.



Gambar 8. Korelasi kelembaban (%) dengan populasi PBK.

Kelembaban pada setiap ketinggian tempat memiliki kisaran kelembaban yang relatif sama yakni antara 78-91%, yang secara keseluruhan pada tiap lokasi kelembaban udaranya sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan PBK. Namun kelembaban 80% merupakan kelembaban yang ideal mendukung pertumbuhan dan perkembangan PBK. Nainggolan (2001) menjelaskan bahwa fluktuasi kelembaban berperan sangat besar dalam mengatur aktivitas organisme dan sering menjadi faktor pembatas terhadap dinamika populasi dan penyebaran serangga.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini, sebagai berikut :

1. Semakin tinggi tempat dari permukaan laut menunjukkan suhu semakin rendah 0.5-1°C per 100 m dari permukaan laut.
2. Semakin tinggi tempat dari permukaan laut menunjukkan kelembaban semakin tinggi hingga 10% per 100 m dari permukaan laut.
3. Ketinggian tempat mempengaruhi tingkat serangan PBK, serangan tertinggi pada lokasi A hingga 76,77%

dan serangan menurun pada lokasi D yaitu 31%.

4. Ketinggian tempat mempengaruhi populasi PBK, populasi tertinggi ditemui pada lokasi A dengan rata-rata 328.60 dibandingkan pada lokasi D yang hanya 95.80.
5. Terdapat korelasi yang positif antara suhu dengan persentase serangan buah dan populasi PBK, namun kelembaban menunjukkan korelasi yang negatif terhadap persentase serangan buah dan populasi PBK.

Saran

Setelah diketahui faktor abiotik sangat mempengaruhi tingkat serangan dan populasi PBK. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh ketinggian tempat dan factor biotik terhadap tingkat serangan dan jumlah populasi PBK di Kabupaten Pidie.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharudin, M. Alwi, M, S. Ruku, Syamsiar, Sahardi. 2004. Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell). Petunjuk Teknis Rakitan Teknologi : 30-42.
- BPS. 2012. Aceh Dalam Angka 2012. Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh, Banda Aceh.
- Capinera, J.L. 2012. Sweetpotato Weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) (Insecta: Coleoptera: Brentidae (Curculionidae)). <https://edis.ifas.ufl.edu/in154> capinera spw1.
- Dinas Perkebunan. 2013. Statistik Perkebunan Aceh. Dinas Perkebunan Aceh, Banda Aceh.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2008. Organisme Pengganggu Tanaman Utama Kakao dan Upaya Penanggulangannya di Indonesia.. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Duyck PF, Kouloussis NA, Papadopoulos NT, Quilici S, Wang JL, Jiang CR, Muller HG, Carey JR. 2010. Lifespan of a *Ceratitis* fruit fly increases with higher altitude. *Biological Journal of the Linnean Society* 101:345–350. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01497.x>.
- Gillot,C. 1982. Entomology.University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada. Plenum Press.New York and London.
- Handoko. 1995. Klimatologi Dasar, Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim. IPB, Bogor.
- Hodkinson ID. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biology Review* 80:489–513. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1464793105006767>.
- Hoiss B, Krauss J, Potts SG, Roberts S, Dewenter IS. 2012. Altitude acts as an environmental filter on phylogenetic composition, traits and diversity in bee communities. *Proceedings of the Royal Society B*. 279:4447-4456. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.1581>.
- Jumar. 2010.Entomologi Pertanian.Rineka Cipta. Jakarta
- Lim, G.T. 1992. *Seasonal Fluctuation of CocoaPodborer Conophomorpha cramerella* Sn. InTaiwan, Sabah Proc Int Conf P. Prot in theTropies (Extended Abstracts) Malysianplant Prot. Soc. (MAPPS). Kuala Lumpur.
- Nainggolan, D. 2001. *Aspek Ekologis Kultivar Buah Merah Panjang (Pandanus conoideus Lamk) di Daerah Dataran Rendah Manokwari*. Manokwari: Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih.
- Nietschke BS, Magarey RD, Borchert DM, Calvin DD, Jones E. 2007. A developmental database to support insect phenology models. *Crop*

- Protection* 26:1444–1448. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2006.12.006>.
- Rahayu, E. 2012. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Serangga. <http://kuliahagribisniselin.blogspot.com/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>
- Ridwar dan Abrar. 2006. *Pengaruh Penurunan Tekanan Udara terhadap Suhu Keluar mesin Pendingin*. Malang: Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang
- Rockstein, M. 1973. *The Physiology of insecta*. Academic Press. New York and London.
- Sangadji, S. 2001. Pengaruh Iklim Tropis di Dua Ketinggian Tempat yang Berbeda Terhadap Potensi Hasil Tanaman Soba (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Tesis. IPB, Bogor.
- Schowalter, T.D. 1996. *Insect Ecology an Ecosystem Approach*. Academic Press. New York.
- Sodiq, M. 1993. Aspek biologi dan sebaran populasi lalat buah pada tanaman mangga dalam kaitannya dengan pengembangan model pengendalian hama terpadu. Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga.
- Shi P, Zhong L, Sandhu HS, Ge F, Xu X, Chen W. 2011. Population decrease of *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera Pyralidae) under climate warming. *Ecologi and Evolution* 2:58–64. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.69>.
- Sulistyowati and Sulistyowati, E. 2003. Pengaruh serangan hama penggerek buah kakao (PBK) terhadap mutu biji kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 15: 29–36.
- Sulistyowati, E. 2003. Keefektifan *Beuveria bassiana* isolat Bby-725 terhadap penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell. Pelita Perkebunan
- Thomson LJ, Macfadyen S, Hoffmann AA. 2010. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control* 52:296–306. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.01.022>.
- Trnka M, Muskab F, Semeradovaa D, Dubrovsky M, Kocmankovaa E, Zaluda Z. 2007. European corn borer life stage model: regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. *Ecological Modelling* 207:61–84. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecol model.2007.04.014>.
- Ysvina. 2010. Hubungan Cuaca dan Hama. Ysvina.blogspot.com/2010/06/hubungan-an-cuaca-dan-hama.html.