

# Peningkatan Kualitas dan Mutu Komoditas Penyegar (Kopi, Teh dan Kakao) Melalui Pengelolaan Agroekosistem Berkelanjutan

Retna Astuti Kuswardani, Indri Yanil Vajri

Universitas Medan Area, Jl. Kolam No. 1, Medan 20223, Sumatera Utara, Indonesia

retna@staff.uma.ac.id

## Abstrak

Teh, kopi dan kakao merupakan komoditas penyegar yang mengandung konstituen bioaktif, yaitu alkaloid purin, kafein, teofilin, dan teobromin yang mampu menstimulasi dan memberikan efek menenangkan saat dikonsumsi. Lebih dari 65% populasi dunia mengonsumsi teh, kopi dan kakao di seluruh dunia. Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil dan penyuplai 9% ketersediaan produksi bahan penyegar global. Tingginya serangan OPT menyebabkan hasil produksi komoditas penyegar sulit mengalami kenaikan sehingga belum mampu mengimbangi tingginya permintaan terhadap komoditas penyegar. Upaya pengelolaan agroekosistem sangat diperlukan untuk menekan populasi dan intensitas serangan hama serta mengurangi ketergantungan petani terhadap pemanfaatan bahan-bahan kimia pada budidaya tanaman kopi, teh dan kakao. Pengelolaan agroekosistem dalam pengendalian hama merupakan salah satu metode dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang diterapkan dengan pendekatan ekologi melalui pengaturan kegiatan dalam ekosistem pertanian sesuai dengan fungsi-fungsi pengelolaan yang tepat dan terarah.

Kata kunci: produksi; aroma; cita rasa; perkebunan

## Abstract

Tea, coffee, and cocoa are refreshing commodities that contain bioactive constituents, namely purine alkaloids, caffeine, theophylline, and theobromine which can stimulate and provide a calming effect when consumed. More than 65% of the world's population consumes tea, coffee, and cocoa worldwide. Indonesia is one of the producing and supplying countries for 9% of global freshener production. The high number of pest attacks has made it difficult for the production of refreshment commodities to increase so they have not been able to keep up with the high demand for refreshment commodities. Efforts to manage agroecosystems are needed to reduce the population and intensity of pest attacks and reduce the dependence of farmers on the use of chemicals in the cultivation of coffee, tea, and cocoa. Management of agroecosystems in pest control is one of the methods in Integrated Pest Management (IPM) which is applied with an ecological approach through regulating activities in agricultural ecosystems by appropriate and directed management functions.

Keywords: production; fragrance; taste; plantation

## 1. Pendahuluan

Komoditas penyegar merupakan suatu produk komoditas hasil pertanian yang menghasilkan suatu bahan yang memberikan efek stimulan terhadap pemakainya. Bahan penyegar merupakan suatu bahan untuk konsumsi makanan atau minuman yang memberikan efek menenangkan yang dihasilkan oleh konstituen bioaktifnya (Badrie et al., 2015) [1]. Komponen bioaktif yang berperan memberikan efek stimulasi pada bahan penyegar diantaranya alkaloid purin, kafein, teofilin, dan teobromin. Kandungan polifenol sederhana dan kompleks pada bahan penyegar berperan memberikan karakteristik khas pada rasa dan warna (Crozier et al., 2012) [2] serta mempengaruhi sifat antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antikarsinogenik, antihipertensi, dan neuroprotektif [3] (Butt dan Sultan, 2011; Vuong, 2014) [37]. Komoditas yang dikenal menghasilkan bahan penyegar di antaranya kopi (*Coffea arabica*), daun teh (*Camellia sinensis*); dan biji kakao (*Theobroma cacao*).

Teh, kopi, dan kakao adalah salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia, yang masing-masingnya berasal dari Asia, Afrika, dan Amerika Latin (Diby et al., 2017) [4]. Teh, kopi, dan kakao masing-masing dibudidayakan untuk diambil daun dan bijinya, dari mana minuman populer dibuat dan diminum. FAO (2013) melaporkan bahwa lebih dari 65% populasi dunia mengonsumsi teh dan kakao, sementara dua miliar cangkir kopi dikonsumsi setiap hari di seluruh dunia. Selain mampu menstimulasi sistem saraf pusat, kafein pada bahan penyegar menjadi salah satu zat psikoaktif legal dan tidak diatur yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi (Ferré, 2016) [5]. Teh, kopi dan kakao juga dilaporkan berperan dalam aktivitas biologi untuk kesehatan manusia berdasarkan komponen bioaktif yang terkandung pada teh, kopi dan kakao (Tabel 1).

Tabel 1. Aktivitas biologi dan komponen bioaktif atau komposisi kimia yang terkandung pada teh, kopi dan kakao.

No	Komoditas Penyegar	Aktivitas Biologi	Komponen Bioaktif
1.	Teh	Antioxidant (Sharma et al., 2017) [6], Antiinflamatory (Qi et al., 2017) [7], Antitumor (Pan et al., 2017) [39], dan Neuroprotective (Chaturvedi et al., 2016) [9].	Polyphenols (Dufresne and Farnworth, 2001) [10], Theaflavins dan derivatives: Theaflavin 3-gallate (Luczaj and Skrzydlewska, 2005) [11], Theaflavin 3'-gallate Theaflavin 3,3'-gallate Thearubigins Polyphenols (Barcirova, 2010) [12], dan Caffeine Theobromine Vitamins.
2.	Kopi	Antioxidant (Jung et al., 2017) [13], Antiinflamatory (Akash et al., 2014) [14], Antitumor (Mut-Salud et al., 2016) [15] dan Neuroprotective (Liu et al., 2015) [16]	Chlorogenic acid caffeine, Lipids—cafestol and kahweol, Trigonelline, Carbohydrate, Proteins, Minerals (Pan et al. 2016) [8]
3.	Cacao	Antioxidant, Antiinflamatory (Akash et al., 2014) [14], Antitumor, dan Neuroprotective (Mut-Salud et al., 2016) [15]	Polyphenols Caffein dan Theobromin (Zhang et al., 2016) [17]

Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil teh, kopi dan kakao terbesar di dunia. Hampir 9% produksi dunia dari bahan penyegar ini berasal dari Indonesia dengan nilai tertinggi adalah produksi biji kopi. Melalui pengolahan yang baik, senyawa alkaloid kafein dapat dihasilkan masing-masingnya pada biji kopi hingga 50,8%, daun teh hingga 34,8%, dan biji kakao hingga 0,5% kafein dan 1,4% theobromin (Diby et al., 2017) [4]. Namun tingginya permintaan akan produk tanaman penyegar belum diimbangi oleh kenaikan dari nilai hasil produksi komoditas penyegar. BPS (2022) [31] melaporkan bahwa hasil produksi komoditas penyegar nasional dan Provinsi Sumatera Utara belum mengalami peningkatan yang signifikan (Tabel 2). Ditjen Perkebunan (2021) [32] menyatakan bahwa tantangan pembangunan perkebunan dalam lingkup global dan nasional adalah terjadinya perubahan iklim akibat pemanasan global sehingga berimplikasi pada peningkatan serangan OPT.

Serangan hama yang tinggi pada tanaman menyebabkan terjadinya penurunan kualitas dan mutu dari komoditas teh, kopi dan kakao. Saat ini, petani masih menggantungkan upaya pengendalian dengan pemanfaatan bahan-bahan kimia. Pemanfaatan bahan-bahan kimia yang tidak bijaksana akan menimbulkan masalah baru, yaitu timbulnya resistensi, residu, pencemaran lingkungan dan peningkatan biaya produksi (Shammi et al., 2018) [18]. Diperlukan suatu upaya pengelolaan agroekosistem untuk menekan populasi dan intensitas serangan hama pada budidaya tanaman kopi, teh dan kakao. Agroekosistem merupakan bentuk dari perubahan ekosistem yang menuju kepada penyederhanaan struktur komunitas (umumnya monokultur), akibatnya terjadi ketidakstabilan ekosistem seperti peledakan OPT (Nair, 2008) [19]. Pengelolaan agroekosistem dalam pengendalian hama, merupakan salah satu metode dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang diterapkan dengan pendekatan ekologi (Piato et al., 2020) [20].

Tabel 2. Hasil produksi komoditas penyegar nasional dan Provinsi Sumatera Utara (BPS, 2022)

Jenis tanaman penyegar	Hasil Produksi (ribu ton)					
	2019		2020		2021	
	Nasional	Sumut	Nasional	Sumut	Nasional	Sumut
Teh	50.40	7.80	49.70	9.00	51.00	8.90
Kopi	742.50	74.90	745.30	75.00	769.00	76.80
Kakao	729.40	34.90	708.60	35.30	703.60	35.90

## 2. Hama Utama Tanaman Teh

### 2.1. Kepik Pengisap Daun Teh (*Helopeltis spp.*)

Kepik pengisap daun atau *Helopeltis spp.* menyerang pucuk daun muda dengan menusuk dan mengisap daun teh sehingga menjadi bercak-bercak hitam. Serangan pada ranting dapat menyebabkan kanker cabang. Serangga betina meletakkan telur kira-kira 80 butir. Telur dimasukkan ke urat daun teh atau cabang pucuknya secara tersembunyi untuk menghindari serangan predator. Telur juga dimasukkan ke dalam ujung cabang hijau yang baru dipangkas. Nimfa berwarna oranye kemerah-merahan. Dewasa berwarna hitam-putih menjadi hitam-merah untuk antonii atau hitam-hijau untuk theivora. *Helopeltis* dewasa mempunyai tiang kecil seperti jarum yang menonjol dari tengah punggungnya (thorax). Jangka hidup nimfa dari menetas sampai dewasa adalah 3 sampai dengan 5 minggu, sedangkan serangga dewasa bisa sampai 2 minggu (Sulistiyowati, 2008) [21].

## 2.2. Ulat Penggulung Daun (*Cydia leucostoma*)

Ulat penggulung daun membuat tempat berlindung pada daun teh; caranya dengan menyambungkan dua (atau lebih) daun bersama-sama dengan benang sutra, atau dengan menggulung satu daun lalu menyambungkan pinggirnya. Daun yang terserang tidak dapat dipetik sebagai hasil panen teh. Ngengat Homona mengeluarkan telur yang berbentuk datar. Telur tersebut tersusun dalam kelompok yang berbaris-baris di atas permukaan daun teh. Larva yang menetas akan mulai memakan daun teh muda sehingga mengurangi hasil panen karena daun tersebut yang dimanfaatkan manusia. Setelah larva tumbuh hingga panjangnya 18-26 mm, dia menjadi kepompong, kemudian ia keluar sebagai ngengat dewasa. Ngengat aktif hanya malam hari (Fauziah dan Maulana, 2017) [22].

## 2.3. Ulat Jengkal atau Ulat Kilan (*Hyposidra* sp)

Ulat jengkal menyerang daun, pupus daun dan pentil teh. Serangan berat menyebabkan daun berlobang dan pucuk tanaman gundul, sehingga tinggal tulang daun saja. Selain teh, ketiga jenis ulat jengkal tersebut dapat makan bermacam tanaman lain. Ulat *Hyposidra talaca* dapat memakan tanaman kopi, kakao, kina, Aleurites, jambu klutuk, rami dan beberapa jenis kacang-kacangan. Ngengat betina bertelur (tempatya tergantung spesies). Setelah menetas, larva (ulat) memakan daun teh. Setelah berganti kulit beberapa kali, ulat menjadi kepompong. Akhirnya dewasa (ngengat) keluar dari kepompong dan kawin (Prasad et al., 2013) [23].

## 2.4. Ulat Api (*Setora nitens*, *Parasal lepida*, *Thosea*)

Ulat api badan berbulu dengan panjang sekitar 2,5 cm. Ulat ini menyerang bagian daun yang muda dan tua. Serangan hama dapat menyerang sepanjang tahun dan terberat pada musim kemarau. Daur hidup ulat api untuk fase telur 7 hari, ulat 6 minggu, kepompong 3 minggu dan dewasa 3-12 hari. Kerugian tanaman teh karena ulat memakan daun pucuk sehingga produksi berkurang. Cara mengendalikan ulat dapat dilakukan secara mekanis dengan mengumpulkan kepompong (Sulistyowati, 2008) [21].

## 2.5. Tungau kuning (*Polyphagotarsonemus latus*)

Tungau kuning adalah tungau kecil sekali, dengan panjang badan yang biasanya 0,25 mm. Tungau kuning berkaki delapan. Tungau ini biasanya terlihat pada permukaan bawah dari pucuk muda dan juga di tunas. Tungau ini muncul pada pucuk muda, khususnya di pohon teh yang baru dipangkas. Tungau menggali lobang di permukaan tanah dan masuk ke lobang itu hingga hanya dapat terlihat atas badannya. Serangannya lebih umum terjadi pada musim hujan. Betina tungau kuning menghasilkan 25 telur. Telurnya kecil sekali dan tersebar secara terpisah di permukaan daun, ranting, bunga, dan tempat lain pada tanaman teh. Telur menetas dan larva keluar berkaki enam. Larva berganti kulit dan menjadi nimfa, yang berkaki delapan. Setelah berganti kulit beberapa kali menjadi dewasa. Betina dapat bertelur tanpa kawin (Baddu et al., 2014) [24].

## 2.6. Wereng Pucuk Teh (WPT) (*Empoasca* sp.)

Hama ini sebenarnya hama utama pada tanaman kapas. Akibat pengaruh lingkungan saat ini menyerang juga tanaman teh. Serangan terdapat pada pucuk dan daun muda dengan cara mengisap cairan daun. Bertelur pada pagi dan sore hari, serta menetas sekitar enam hari. Stadia nimfa lamanya sekitar 15 hari dengan 4 instar yang hidup di bawah daun. Tanaman inang hama ini seperti: leguminosa, pupuk hijau, dadap, cabe, dll. Pengendalian dapat dilakukan dengan insektisida dan sanitasi sarana panen (Pachrudin, 2007) [25].

# 3. Hama Utama Tanaman Kopi

## 3.1. Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*)

Hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) merupakan hama penting yang menyerang tanaman kopi. Akibat serangan hama ini buah kopi menjadi berlubang dan bermutu rendah. Serangan berat hama ini dapat menimbulkan kehilangan hasil mencapai 10 % pada buah-buah muda dan mencapai 40 % pada buah-buah tua. Hama ini hanya hidup pada buah kopi baik yang masih di pohon, buah jatuh maupun yang telah dipanen. Daur hidup dari telur sampai dewasa (siap bertelur) antara 25, 35 hari atau 8-10 generasi dalam setahun (Waller et al., 2007) [26].

## 3.2. Penggerek Cabang Kopi (*Xylosandrus morigerus*)

Hama penggerek cabang merupakan hama utama yang dilaporkan telah menyerang pertanaman kopi di Indonesia. Serangan penggerek cabang *X. compactus* ditandai dengan adanya lubang gerakan yang umumnya terdapat pada permukaan bagian bawah cabang tanaman kopi. Serangan awal pada cabang kopi yang masih hijau berupa lubang gerakan, yang di sekelilingnya kemudian berubah warna menjadi hitam dan daun menjadi layu. Lambat laun cabang kopi menjadi hitam secara merata dan akhirnya mengering dan mati. Cabang kopi yang terdapat lubang gerak apabila dipotong secara melintang akan terlihat lubang dari kulit luar sampai empulur hingga terbentuk terowongan yang panjang sebagai ruang meletakkan telur sampai serangga tumbuh menjadi dewasa (Greco et al., 2015) [27].

### 3.3. Kutu Hijau Kopi (*Coccus viridis*)

Kutu hijau (*Coccus viridis*) merupakan salah satu hama penting pada pertanaman kopi di Indonesia. Serangan kutu hijau pada tanaman muda akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan tanaman menjadi kerdil, sedangkan pada tanaman produktif serangan hama ini akan menurunkan produksi. Kutu menghisap cairan pada bagian-bagian tanaman muda, seperti daun, tunas, tangkai bunga, dompolan muda dan ujung dahan. Warna hijau dari bagian tanaman yang dihisap akan berubah menjadi kuning. Daun yang terserang berat akan mengering dan gugur. Kutu hijau telah tersebar pada hampir seluruh pertanaman kopi di Indonesia, dengan luas dan intensitas serangan yang berbeda-beda. Cuaca kering disukai kutu hijau, Karena itu populasi akan mencapai puncaknya pada akhir musim kering. Serangan berat yang terjadi pada saat buah masih muda dapat menyebabkan buah tidak bisa berkembang bahkan akhirnya gugur (Jaramillo et al., 2015) [28].

### 3.4. Penggerek Ranting Kopi (*Xyleborus compactus*)

Penggerek ranting kopi (*Xyleborus compactus*) merupakan hama utama yang menyerang tanaman kopi dan menyebabkan penurunan hasil kopi secara nyata. Proses pembuatan lubang yang dilakukan oleh *X. compactus* menyebabkan ujung ranting layu, menguning dan mati. Imago betina merupakan penyebab utama kerusakan. Menyerang cabang lateral, batang muda dan tanaman kopi di pesemaian. Jika tanaman muda terserang, maka tanaman bisa mati. Kumbang ini berwarna hitam, panjang 1,5 – 2 mm. Larva berwarna putih, sedangkan kepalanya kuning. Panjang larva 2 mm. imago jantan lebih kecil dari betina dan tidak bersayap. Larva yang baru menetas berukuran kecil, berwarna putih, dan tidak berkaki, bergerak secara peristaltik (menggelombang) (Waller et al., 2007) [26].

### 3.5. Kutu Putih (*Planococcus citri*)

Hama kutu putih (*Planococcus citri*) menyerang bagian bunga, buah, pucuk tanaman, daun dan cabang muda. Tunas bunga dan buah muda yang diserang akan mengering dan gugur. Kutu putih mengeluarkan cairan, yaitu embun madu yang sangat disukai semut dan merupakan media yang baik bagi pertumbuhan jamur jelaga. Oleh karena itu, gejala serangan kutu putih juga dapat dilihat dengan adanya serangan jamur jelaga berwarna hitam pada permukaan daun dan cabang kopi. Serangga kutu putih berwarna putih karena permukaan tubuh dilapisi lilin, berbentuk oval agak cembung, serangga dewasa panjangnya sekitar 3 mm. Serangga betina dewasa tidak bisa terbang sedang serangga jantan bisa terbang tetapi jarang dijumpai. Masa perkembangan serangga dari telur diletakkan sampai menjadi dewasa memerlukan waktu 20 - 44 hari (Waller et al., 2007) [26].

## 4. Hama Utama Tanaman Kakao

### 4.1. Penggerek Buah Kakao (PBK) (*Conopomorpha cramerella*)

Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snella) mengakibatkan buah kakao berwarna agak jingga atau pucat keputihan, buah menjadi lebih berat dan bila diguncangkan tidak terdengar suara ketukan antara biji dan dinding buah. Hal itu terjadi karena timbulnya lendir dan kotoran pada daging buah dan rusaknya biji-biji di dalam buah. Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snella) dapat menurunkan produksi sampai 80% dan kerusakan biji sampai 82%. Hama Penggerek Buah Kakao menyerang semua fase buah, yaitu buah muda, buah dewasa dan buah matang. Gejala serangan pada buah muda ditandai dengan permukaan kulit buah yang terserang terlihat bercak besar berwarna kuning. Jika buah-buah yang menunjukkan gejala tersebut dibelah, kulit buah dan tempat masuknya larva serta saluran (plasenta) biji tempat larva mengambil makanan terlihat berwarna coklat akibat serangan larva. Sedangkan daging buah masih tetap berwarna putih. Pada serangan berat bagian dalam buah berwarna coklat kehitaman (Hayata, 2017) [29].

### 4.2. Kepik Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* sp.)

Kepik penghisap buah (*Helopeltis* sp) merupakan salah satu hama penting pada tanaman kakao. Kepik penghisap buah biasanya menyerang pada waktu pagi dan sore hari. Gejala serangan *Helopeltis* sp pada buah muda ( $\pm$  8 cm) ditandai dengan adanya tusukan pada buah yang dapat menyebabkan buah menjadi kering dan mati atau jika masih tumbuh permukaan kulit buah retak dan mengkerut. Pada kulit buah kakao tua tampak bercak-bercak bekas tusukan berwarna coklat kehitaman. Pucuk layu dan mati, ranting mengering dan meranggas. Telur diletakkan dalam jaringan kulit buah, tangkai buah, buah, tunas, tangkai daun dan ranting. Perkembangan dari telur hingga menjadi imago selama 21-24 hari. Seekor imago mampu bertelur hingga 200 butir. Serangga dewasa berumur maksimum 46 hari. Nimfa dan imago tidak menyukai tempat yang terbuka dan terang sehingga bersembunyi di bawah daun (Muliani et al., 2018) [30].

## 5. PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM BERKELANJUTAN KOMODITAS PENYEGAR

### 5.1. Agroekosistem Sebagai Unit Pengelolaan

Keberlanjutan sistem pertanian modern untuk peningkatan produksi komoditas penyegar dikhawatirkan akan memberikan dampak negatif jangka panjang sehingga perlu dikembangkan sistem pertanian yang berwawasan lingkungan dengan mengacu kepada pengelolaan agroekosistem dengan pendekatan ekologi. Agroekosistem merupakan bentuk dari perubahan ekosistem yang menuju kepada penyederhanaan struktur komunitas (umumnya monokultur), akibatnya terjadi ketidakstabilan ekosistem seperti peledakan OPT. Agroforestri didasarkan pada penggunaan lahan dengan sistem yang secara struktural dan fungsional lebih kompleks daripada hasil tanaman monokultur, efisiensi pemanfaatan sumber daya (nutrisi, cahaya, dan air) yang lebih baik, dan siklus nutrisi yang lebih erat (Nair et al., 2008) [34].

Pengelolaan agroekosistem merupakan proses pengaturan kegiatan dalam ekosistem pertanian sesuai dengan fungsi-fungsi pengelolaan yang tepat dan terarah. Fungsi pengelolaan adalah merencanakan, mengorganisasikan, melaksanakan, dan mengawasi (Nair, 2008) [19]. Dalam pengelolaan agroekosistem diperlukan suatu desain pengelolaan yang didasarkan kepada prinsip-prinsip ekologis, diantaranya menjamin siklus biomas dan mengoptimalkan ketersediaan nutrisi dan keseimbangan aliran nutrisi, menjaga kondisi tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman, khususnya dengan mengelola BO dan menjamin aktivitas biotik tanah, meminimalkan kehilangan disebabkan oleh aliran radiasi, udara dan air dengan cara pengelolaan mikroklimat, pemanfaatan air, dan tanah melalui peningkatan penutup tanah, diversifikasi jenis dan genetik pada agroekosistem dalam waktu dan tempat serta menjamin kemanfaatan interaksi biologis dan sinergisme di antara komponen agrobiodiversitas (Saragih, 2018) [35].

### 5.2. Unit Pengelolaan PHT dan Pola Perlindungan Tanaman

Pengelolaan agroekosistem dalam pengendalian hama, merupakan salah satu metode dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang diterapkan dengan pendekatan ekologi (Piato et al., 2020) [20]. Prinsip utama dalam pengelolaan agroekosistem untuk pengendalian hama di antaranya dengan menciptakan keseimbangan antara herbivora dan musuh alaminya melalui pengelolaan habitat yang sesuai bagi agens hayati, peningkatan keragaman hayati, peningkatan keragaman vegetasi dan penambahan biomassa. Kegiatan tersebut berdampak pada terjadinya peningkatan keragaman hayati dalam suatu agroekosistem, meningkatkan keragaman vegetasi melalui pola tanam polikultur dengan pengaturan agronomis yang optimal, menambahkan biomassa dengan pemanfaatan mulsa, penambahan pupuk hijau dan pupuk kandang dan yang tidak kalah penting adalah prinsip penggunaan pestisida secara bijaksana (*Intelligent Pest Management* = IPM), yang ditunjukkan dengan adanya konsep ambang ekonomi, dan teori-teori ekologi (Kuswardani R.A., dkk. 2022 [38]; Susilawati, 2020) [36].

## 6. Kesimpulan

Pengelolaan agroekosistem merupakan salah satu metode dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang diterapkan dengan pendekatan ekologi dalam pengendalian hama. Pengelolaan agroekosistem dalam budidaya komoditas teh, kopi dan kakao merupakan proses pengaturan kegiatan dalam ekosistem pertanian sesuai dengan fungsi-fungsi pengelolaan yang tepat dan terarah sehingga resiko terjadinya ketidakstabilan ekosistem seperti peledakan hama, peningkatan biaya produksi akibat pemanfaatan bahan-bahan kimia dapat dihindari.

## Referensi

- [1] Badrie, N., Bekele, F., Sikora, E., Sikora, M., 2015. Cocoa agronomy, quality, nutritional, and health aspects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 55, 620–659.
- [2] Crozier, T.W.M., et al., 2012. Espresso coffees, caffeine and chlorogenic acid intake: potential health implications. *Food Funct.* 3 (1), 30–33.
- [3] Butt, M.S., Sultan, M.T., 2011. Coffee and its consumption: benefits and risks. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 51, 363–373.
- [4] Diby, L., Kahia, J., Kouamé, C., Aynekulu, E., 2017. Tea, coffee, and cocoa. In: *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. second ed., vol. 3. Academic Press, Cambridge, MA, pp. 420–425.
- [5] Ferré, S., 2016. Mechanisms of the psychostimulant effects of caffeine: implications for substance use disorders. *Psychopharmacology* 233, 1963–1979.
- [6] Sharma, P., de Oca, M.K.M., Alkeswani, A.R., Mclees, S.F., Das, T., Elmetts, C.A., Afaq, F., 2017. Tea polyphenols for the prevention of UVB-induced skin cancer. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 2017, 1–27.
- [7] Qi, G., Mi, Y., Fan, R., Zhao, B., Ren, B., Liu, X., 2017. Tea polyphenols ameliorates neural redox imbalance and mitochondrial dysfunction via mechanisms linking the key circadian regular Bmal. *Food Chem. Toxicol.* 110, 189–199.
- [8] Pan, M.-H., et al., 2016. Molecular mechanisms of the anti-obesity effect of bioactive compounds in tea and coffee. *Food Funct.* 7 (11), 4481–4491.
- [9] Chaturvedi, R.K., Shukla, K., Seth, S., Chauhan, C., Sinha, Y., Shukla, Y., Agrawal, A.K., 2016. Neuroprotective and neurorescue effect of black tea extract in 6-hydroxydopamine-lesioned rat model of Parkinson's disease. *Neurobiol. Dis.* 22, 421–434.
- [10] Dufresne, C.J., Farnworth, E.R., 2001. A review of latest research findings on the health promotion properties of tea. *J. Nutr. Biochem.* 12, 404–421.
- [11] Luczaj, W., Skrzydlewska, E., 2005. Antioxidative properties of black tea. *Prev. Med.* 40, 910–918.
- [12] Barcirova, M., 2010. Comparison of the antioxidant capacity and the antimicrobial activity of black and green tea. *Food Res. Int.* 43, 1379–1382.
- [13] Jung, S., et al., 2017. Cellular antioxidant and anti-inflammatory effects of coffee extracts with different roasting levels. *J. Med. Food* 20 (6), 626–635.
- [14] Akash, M.S.H., Rehman, K., Chen, S., 2014. Effects of coffee on type 2 diabetes mellitus. *Nutrition* 30 (7–8), 755–763. Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. *Produksi Tanaman Perkebunan*. Website: bps.go.id.
- [15] Mut-Salud, N., et al., 2016. Antioxidant intake and antitumor therapy: toward nutritional recommendations for optimal results. *Oxidative Med. Cell. Longev.* 1–19.
- [16] Liu, H., et al., 2015. Coffee consumption and prostate cancer risk: a meta-analysis of cohort studies. *Nutr. Cancer* 5581, 1–9.

- [17] Zhang, J., Cai, S., Li, J., Xiong, L., Tian, L., Liu, J., Huang, J., Liu, Z., 2016. Neuroprotective effects of theaflavins against oxidative stress induced apoptosis in PC12 cells. *Neurochem. Res.* 41, 3364–3372.
- [18] Shammi, M., et al. 2018 Pesticide exposures towards health and environmental hazard in Bangladesh: A case study on farmers' perception. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.08.005>
- [19] Nair, P.K.R. 2008. Agroecosystem Management In The 21st Century: It Is Time For A Paradigm Shift. *Journal of Tropical Agriculture* 46 (1-2): 1–12.
- [20] Piato, K.; Lefort, F.; Subía, C.; Caicedo, C.; Calderón, D.; Pico, J.; Norgrove, L. 2020. Effects of shade trees on robusta coffee growth, yield and quality. A meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 1–13. [CrossRef]
- [21] Sulistyowati, E. 2008. Pengendalian Hama. In Wahyudi, T., T.R. Panggabean, & Pujiyanto (Eds.) *Panduan Lengkap Kakao: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir* (pp. 138-153). Jakarta: Penebar Swaday
- [22] Fauziah, F dan Maulana, H. 2017. Pengaruh Aplikasi Insektisida Berbahan Aktif Asetamiprid Terhadap Ulat Penggulung Pucuk (*Cydia Leucostoma*) Pada Tanaman Teh. *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 8 No. 1: 11- 16. DOI: 10.24014/ja.v8i1.3067
- [23] Prasad, Anjali dan Mukhopadhyay, A. 2013. A Technique to Measure The Lossin Tea Crop by The Defoliating Pest (Hyposidra talaca Walker) on Basis of Dry Mass and Leaf Area Parameters. *Entomology Research Unit. Departement of Zoology, University of North Bengal. Darjeling. India. International Journal of Bio-Resource and Stress Management.* 4(2): 358-361
- [24] Baddu, Y., Puspitarini, R. D., dan Afandhi, A. 2014. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Pada Berbagai Fase Perkembangan Tungau Teh Kuning *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 2(3), Pp. 51–58. Retrieved from <https://jurnalhpt.ub.ac.id/Index.Php/Jhpt/Article/View/150>
- [25] Pachrudin. 2007. Perkembangan Populasi *Empoasca* sp (Homoptera: Cicadellidae) di Kebun Teh Pagilaran. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol. 13, No. 1, 2007: 54-62
- [26] Waller, J.M.; Bigger, M.; Hillocks, R.J. 2007. *Coffee Pests, Diseases and Their Management*; CABI Pub: Wallingford, UK; Cambridge, MA, USA, ISBN 978-1-84593-129-2.
- [27] Greco, E.B.; Wright, M.G. 2015. Ecology, Biology, and Management of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with Emphasis on Coffee in Hawaii. *J. Integr. Pest Manag.* 6, 7. [CrossRef]
- [28] Jaramillo, M.G.; Benavides, P.; Constantino, L. 2015. Conozca al Pasador de las Ramas del Café *Xylosandrus Morigerus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae); *Avances Técnicos* No. 460; Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé: Manizales, Caldas, Colombia.
- [29] Hayata. 2017. Tingkat Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha Cramerella Snell.*) (Lepidoptera: Gracillaridae) Di Desa Betung Kecamatan Kumpeh Ilir Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Batanghari. Jambi.*
- [30] Muliani, S., dan Isnaini, J. L. 2018. Intensitas Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conomorpha cramerella* Snellen.) di Kecamatan Marioriwawo Kabupaten Soppeng. *Jurnal Ilmiah Budidaya dan Pengelola Taaman Perkebunan. Soppeng.*
- [31] Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. *Produksi Tanaman perkebunan*. Website: [bps.go.id](https://bps.go.id).
- [32] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional*. Kementerian Pertanian Indonesia.
- [33] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. *FAOStat*. Available from: <http://faostat.fao.org/>
- [34] Nair, P.K.R., Gordon, A.M., and Mosquera-Losada, M-R. 2008. *Agroforestry*. In: Jorgensen, S.E. and Fath, B.D. (eds.), *Ecological Engineering, Encyclopedia of Ecology*, Elsevier, Oxford, U.K. 1: 101–110.
- [35] Saragih, J. R. 2018. Aspek Ekologis dan Determinan Produksi Kopi Arabika Spesialti di Wilayah Dataran Tinggi Sumatera Utara. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(2), 74. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.2.74-87>.
- [36] Susilawati, G. I. 2020. Pengaruh Agroekosistem Pertanaman Kopi Terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Semut (Formicidae). *Tanaman Industri Dan Penyegar*, 7, 9–18.
- [37] Vuong, Q.V., 2014. Epidemiological evidence linking tea consumption to human health: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 54, 523–536.
- [38] Kuswardani, R.A. FX. Wagiman. 2022. *Habitat Burung serak (Tyto alba javanica) predator hama Tikus*. IKAPI. *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia*. ISBN 978 623 448 182-2
- [39] Pan, H., Wang, F., Rankin, G.O., Rojanasakul, Y., Tul, Y., Chen, Y.C., 2017. Inhibitory effect of black tea pigments, theaflavin-3/3'-gallate against cisplatin-resistant ovarian cancer cells by inducing apoptosis and G1 cell cycle arrest. *Int. J. Oncol.* 51, 1508–1520.