

## PEMANFAATAN ASAP CAIR UNTUK PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT KAKAO

Rusdi Evizal<sup>1\*</sup>, Purba Sanjaya<sup>1</sup>, Afandi<sup>2</sup>, Sudi Pramono<sup>3</sup>, Sugiarno<sup>1</sup>, Liska Mutiara Septiana<sup>2</sup>, Dedy Prasetyo<sup>2</sup>, Fembriarti Erry Prasmatiwi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>3</sup>Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>4</sup>Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Lampung

\* E-mail: rusdi.evizal@fp.unila.ac.id

### Perkembangan Artikel:

Disubmit: 2 September 2023

Diperbaiki: 20 September 2023

Diterima: 25 September 2023

**Kata Kunci:** *Asap cair, busuk buah kakao, penggerek*

**Abstract:** *Tanggamus merupakan sentra produksi kakao kedua setelah Pesawaran, antara lain di Kecamatan Air Nainingan. Permasalahan yang dihadapi petani adalah produktivitas yang masih rendah antara lain sebagai akibat dari kurangnya pemeliharaan tanaman dan adanya serangan hama dan penyakit antara lain hama pengisap dan hama penggerek buah kakao yang menyebabkan buah tidak dapat dipanen. Tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah: (1) Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam pemeliharaan terutama sanitasi dan pemangkasan kakao, (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam pembuatan asap cair, (3) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam aplikasi asap cair untuk pengendalian hama buah kakao. Kegiatan ini dilaksanakan di Kelompok Tani Makmur, Pekon Sidomulyo, Kecamatan Air Nainingan. Kegiatan PKM ini dilaksanakan secara partisipatif menggunakan metode pertemuan tatap muka, FGD, pelatihan (coaching), dan pendampingan (asistensi). Kesimpulan hasil PKM ini adalah bahwa pengabdian masyarakat sudah dilaksanakan dengan peserta dari Kelompok Tani Makmur, Desa Sidomulyo, Kecamatan Air Nainingan, Tanggamus melalui kegiatan penyuluhan, FGD, coaching, dan pendampingan petani. Efektifitas aplikasi asap cair untuk pengendalian hama kakao dipengaruhi oleh pemangkasan tajuk pohon. Pengabdian ini dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam aplikasi asap cair untuk meningkatkan ketahanan terhadap hama tanaman kakao dengan nilai meningkat dari 39-59 menjadi 83-100.*

## **Pendahuluan**

Indonesia yang merupakan negara kelima terbesar penghasil kakao di dunia menghadapi tantangan dalam mengembangkan perkebunan kakao. Tantangan tersebut antara lain penurunan areal 0,39% per tahun, penurunan produksi 0,41% per tahun dalam 10 tahun terakhir, dan rendahnya produktivitas yaitu hanya 0,42 ton/ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Kabupaten Pesawaran merupakan sentra pertanaman kakao di Lampung dengan luas areal 27.415 ha diikuti oleh Kabupaten Tanggamus dengan luas areal 13.592 ha (BPS Propinsi Lampung, 2021). Secara nasional Propinsi Lampung merupakan produsen kakao urutan kelima yang menyumbang 8% produksi kakao Indonesia (Inayah et al., 2022).

Evizal et al (2018) melaporkan penurunan luas areal, rendahnya produktivitas, serangan penyakit busuk buah, serangan hama penggerek buah kakao, dan penurunan kesuburan tanah merupakan ancaman bagi produksi kakao berkelanjutan di Indonesia khususnya di Propinsi Lampung. Sebagian petani mengatasi masalah ini dengan cara perkebunan campuran, melakukan rehabilitasi kebun kakao menggunakan klon unggul yang tahan penyakit busuk buah dan hama penggerek buah dan produktivitas tinggi, serta mengkonversi kebun kopi menjadi kebun kakao seperti dilaporkan Evizal dan Prasmatiwi (2023). Introduksi dan pendampingan agroteknologi sistem grafting kakao, pemilihan klon kakao unggul yang cocok untuk agroekosistem Lampung, dan pemupukan yang efisien perlu terus dilakukan oleh instansi terkait baik dinas, swasta, serta perguruan tinggi. Kebun kakao yang telah disambung dengan klon unggul tetapi yang kurang pemeliharaan dan kurang produktif perlu dipelihara intensif terutama sanitasi dan pengendalian hama dan penyakit buah.

Produktivitas kebun kakao replanting atau rehabilitasi juga bergantung kepada tindakan pemeliharaan tanaman terutama pengendalian hama dan penyakit serta aplikasi pemupukan dan amandemen. Penurunan produktivitas akan terjadi lebih cepat jika pemeliharaan tidak dilakukan dengan baik. Evizal et al (2018) melaporkan penggunaan klon unggul belum cukup untuk meningkatkan produktivitas kakao replanting, melainkan juga pemupukan secara tepat. Saragih et al (2020) melaporkan aplikasi sekali pemupukan belum memberikan respon peningkatan hasil. Aplikasi biochar dari berbagai bahan sebagai amelioran dapat memperbaiki kesuburan tanah (Beusch, 2021). Demikian juga biochar yang dari limbah kulit buah kakao, selain untuk memperbaiki sanitasi kebun, biochar kulit kakao dapat meningkatkan sifat fisik tanah dan hasil tanaman, aplikasi pestisida untuk pengendalian hama penggerek buah (Nurida & Muchtar, 2020).

Asap cair merupakan produk samping dari industri pembuatan arang dan biochar yang banyak mengandung senyawa etilen. Asap cair mengandung 12 senyawa kimia

dengan komponen utama adalah butanal, 3-hydroxy- (17.46%), acetone (17.15%), acetic acid (32.27 %), dan 2-furancarboxaldehyde (13.28%). Distilat asap cair mengandung 9 senyawa kimia dengan komponen utama adalah ethyl ester sebanyak 26.69% dan ethylene glycol sebanyak 64.70% (Idiawati et al., 2021). Selain itu asap cair mengandung Kirrikins adalah zat pengatur tumbuh (*plant growth regulator*) yang baru yaitu dicirikan sebagai senyawa-senyawa yang memiliki struktur cincin butenolide yang bersifat larut dalam pelarut organik dan air (Antala et al., 2020).

Pemanfaatan asap cair sebagai insektisida alami untuk pengendalian hama telah banyak dilaporkan antara lain oleh Mustikawati et al (2016), Prabowo et al (2016), untuk pengendalian hama penggerek buah kopi (Indriati & Samsudin, 2018), untuk mengendalikan rayap (Rosalina et al., 2016), hama penyimpanan kakao (Sutrisno et al., 2021) dan wereng coklat (Soedijo et al., 2015). Selain itu asap cair berpotensi dimanfaatkan sebagai fungisida alami antara lain untuk pengendalian jamur *Fusarium* pada tanaman karet (Ristiani et al., 2022), jamur *Aspergillus flavus* (Oramahi et al., 2011), penyakit darah pada pisang (Aisyah et al., 2018) dan penyakit kudis pada jeruk (Triwiratno et al., 2018).

Tujuan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dirumuskan sebagai berikut: (a) Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam pemeliharaan terutama sanitasi dan pemangkasan kakao, (b) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam pembuatan asap cair, (c) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok tani dalam aplikasi asap cair untuk pengendalian hama buah kakao.

## Metode

Sasaran kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah pengurus dan anggota kelompok tani Makmur, pengurus kelompok tani lainnya di sekitar lokasi dan petani maju di Pekon Sidomulyo, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus. Kegiatan PKM ini dilaksanakan secara partisipatif menggunakan metode pertemuan tatap muka (penyuluhan), FGD, pelatihan (coaching), dan pendampingan (asistensi). Tahapan kegiatan dimulai dari survei dan kegiatan awal, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi dan keberlanjutan program. Survei dan kegiatan awal sudah dilakukan sejak Februari 2023 untuk menentukan lokasi kegiatan dan pendekatan kepada masyarakat. Tahap pelaksanaan akan dimulai dari kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan. Tahap evaluasi dilakukan di akhir program untuk mengevaluasi dampak dan rekomendasi keberlanjutan program untuk para pihak.

## Hasil dan Pembahasan

### Perkembangan Kakao di Lokasi

Perkembangan perkebunan kakao di desa ini dimulai dari pembukaan hutan untuk perkebunan kopi dan lada oleh petani migran dari Sumatera Selatan yang bermigrasi ke Air Naningan. Selanjutnya berdatangan petani migrasi dari Jawa dari wilayah basis transmigrasi seperti Pringsewu dan Sumberejo (Evizal & Prasmatiwi, 2022). Pertanaman kakao dimulai petani bertanam kakao secara mandiri menggunakan klon hibrida lokal yang umumnya berasal dari wilayah yang lebih dahulu bertanam kakao seperti Lampung Tengah dan Lampung Timur. Tanaman kakao tumbuh dan berproduksi sangat baik yang mendorong lebih banyak petani menanam kakao. Akan tetapi produktivitas kakao semakin menurun bahkan sangat rendah akibat meluasnya serangan penyakit busuk buah dan penggerek buah kakao. Kerusakan tanaman kakao dan rendahnya harga kopi serta tingginya harga karet pada tahun 2008 sempat mendorong petani bertanam karet namun harga karet terus menurun.

Sebagian petani menebang pohon kakao dan mengganti dengan tanaman lain seperti kopi, karet, jagung, dan lada (Zulkarnain & Sukmayanto, 2019). Introduksi klon-klon unggul kakao dari Sulawesi seperti klon Sulawesi 1, Sulawesi 2, MCC 01 dan MCC 02 yang sukses beradaptasi dan berproduksi sejak 2014 terutama di Kabupaten Pesawaran. Kesuksesan ini segera mendorong petani di wilayah lain terutama di lokasi pengabdian ini pada 2017 mulai merehabilitasi kebun kakao dengan cara pemangkasan dan penyambungan dengan klon-klon unggul tersebut di atas terutama dengan klon MCC 02. Sebagian petani juga menyambung dengan klon lokal yang mereka anggap unggul, namun klon-klon lokal ini umumnya kurang tahan terhadap hama penggerek buah kakao.



*Gambar 1.* Klon kakao lokal

### **Penyuluhan Asap Cair**

Penyuluhan dilaksanakan di Kelompok Tani Makmur dan Kelompok Tani Sido Makmur, Kecamatan Air Naningan pada tanggal 15 Juni 2023, dihadiri 16 orang petani anggota dan pengurus kelompok tani. Materi yang disampaikan meliputi (1) pemeliharaan tanaman kakao, (2) pembuatan dan aplikasi biochar, (3) pembuatan dan aplikasi asap cair, (4) penyemprotan asap cair pada pembibitan dan pertanaman kakao. Evaluasi dilaksanakandengan menyelenggarakan pre-test dan post test.



*Gambar 2.* Kegiatan penyuluhan

Setelah penyampaian materi, dilakukan diskusi terkait pemanfaatan biochar dan asap cair. Peserta mempertanyakan apakah aplikasi biochar dan asap cair hanya baik untuk budidaya kakao, mengingat tidak semua petani memiliki kebun kakao, melainkan aneka tanaman lainnya seperti kopi, pisang, apukat, dan lainnya. Dijelaskan bahwa manfaatnya untuk berbagai jenis tanaman, yaitu biochar bermanfaat untuk menjaga kesuburan tanah, sedangkan asap cair sebagai pestisida nabati dan merangsang pembungaan. Aplikasi asap cair dapat juga dicampur dengan pupuk dan sehingga lebih mendorong pembungaan kakao dan kopi serta mengurangi serangan busuk buah dan hama penggerek buah kakao.

### **Coaching Pembuatan dan Aplikasi Asap Cair**

Coaching pembuatan asap cair dilakukan dengan praktek pembuatan asap cair di Kelompok Tani Makmur, Desa Sidomulyo, yang memiliki peralatan pembuatan asap cair. Para peserta dari Kelompok Tani Sido Makmur dan Kelompok Tani Makmur secara bersama-sama melakukan praktek pembuatan asap cair. Bahan-bahan berupa kayu, kulit kakao kering, dan sekam dimasukkan dalam drum pembakaran. Asap yang dihasilkan disalurkan dan didinginkan dalam drum yang berisi air. Asap yang terkondensasi akan menetes pada kran output dan ditampung dengan ember. Satu drum bahan biomassa dipeoleh 1-2 liter asap cair grade 3 dalam waktu sekkitar 12 jam.





Gambar 3. Coaching pembuatan asap cair

Dalam coaching juga dilakukan diskusi terkait campuran jenis bahan baku, kekeringan bahan, dan produktivitas asap cair. Bahan baku dapat menggunakan limbah yang tersedia, juga dapat ditambahkan bahan tumbuhan insektisida nabati segar seperti akar tuba (*Derris elliptica*), mimba (*Azadirachta indica*), kipahit (*Tithonia diversifolia*), brotowali (*Tinospora cordifolia*), dan daun pepaya (*Carica papaya*). Campuran bahan ini diharapkan akan meningkatkan efektifitas asap cair untuk pengendalian hama.

Pendampingan aplikasi asap cair dilakukan di kelompok tani Makmur yang tertarik mencoba aplikasi asap cair pada tanaman kakao. Sebagai pembanding adalah kebun anggota yang jarang dilakukan aplikasi insektisida. Konsentrasi asap cair yang digunakan adalah 50 ml/liter air yang dicampur pupuk daun 2,5 g per liter air. Penyemprotan dilakukan di sore hari menggunakan knapsack sprayer dengan nozel bentuk L sehingga semprotan dapat mengenai cabang, putik, dan daun secara merata.



Gambar 4. Penyemprotan asap cair

Penyemprotan menggunakan knapsack sprayer efektif apabila pohon kakao tidak dibiarkan tumbuh meninggi sehingga masih dalam jangkauan semburan sprayer. Untuk itu efektifitas aplikasi insektisida dan fungisida pada tanaman kakao bergantung pada keadaan pertanaman, terutama terkait tinggi pohon dan kepadatan tajuk. Pohon yang jarang dipangkas akan tumbuh tinggi dan bertajuk yang rimbun sehingga disenangi sebagai tempat hidup dan berkembangnya hama dan penyakit kakao, akibat kelembaban dan pencahayaan yang tinggi.

Keterjadian serangan hama dan penyakit diamati secara visual, dan dihitung persentase buah terserang, dengan kategori ringan (<20%), sedang (20-50%), berat (>50%) (Rubiyo et al., 2020). Untuk pengamatan keterjadian penggerek buah kakao, maka buah dipecah dan diamati kerusakan dan perlekatan biji. Jika biji yang saling melekat (lengket) <20% kategori rendah, lengket 20-50% kategori sedang, lengket >50% kategori berat. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi asap cair terhadap keterjadian hama dan penyakit kakao

Keterjadian hama dan penyakit	Aplikasi asap cair	Jarang diaplikasi pestisida
Penyakit busuk buah kakao	Ringan	Sedang-berat
Hama penggerek buah kakao	Ringan	Sedang- berat
Hama Helopeltis	Ringan-sedang	Berat
Penyakit VSD	Ringan	Ringan

Di kebun demplot aplikasi asap cair maupun kontrol, ditemukan hama utama adalah penggerek buah kakao dan hama pengisap buah kakao Helopeltis. Sedangkan penyakit utama yang ditemukan adalah penyakit busuk buah kakao. Pada kebun yang jarang dilakukan aplikasi insektisida atau fungisida maka keterjadian hama dan penyakit tersebut masuk kategori sedang sampai berat. Kerusakan yang diakibatkan hama dan penyakit tersebut sangat merugikan petani. Hama penggerek buah kakao dan busuk buah kakao menyebabkan kerusakan pada buah yang akan dipanen, sedangkan hama Helopeltis menyebabkan kerusakan pada putik dan buah kecil. Akibat serangan hama dan penyakit tersebut menurunkan produksi dan kualitas kakao petani, sehingga perlu pengendalian antara lain menggunakan asap cair.

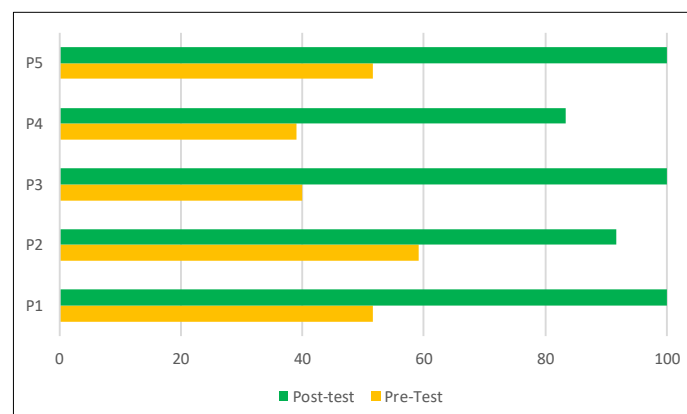


Gambar 5. Keterjadian hama penggerek buah kakao: (a) sehat, (b) sedang, (c) berat

## Evaluasi

Pada kegiatan ini akan dilakukan evaluasi yaitu evaluasi awal, evaluasi proses, dan evaluasi akhir. Evaluasi awal dan akhir dilakukan untuk mengukur tingkat pengetahuan dan keterampilan yang dilakukan dengan cara wawancara mendalam (*deep interview*). Evaluasi proses menunjukkan bahwa peserta aktif dalam mengikuti kegiatan, dengan kehadiran yang tinggi, membantu kelancaran pelaksanaan dengan menyediakan fasilitas dan bahan, dan menyediakan kebun untuk plot aplikasi asap cair.

Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam pembuatan dan aplikasi asap cair untuk pengendalian hama buah kakao. Penilaian dilakukan secara wawancara meliputi: (P1) apakah Bapak mengetahui jenis hama dan penyakit yang mengganggu tanaman buah dan kakao? (P2) Apakah Bapak mengetahui cara pengendalian hama tersebut? (P3) Apakah Bapak mengetahui manfaat asap cair (P4) Apakah Bapak mengetahui cara pembuatan asap cair? (P5) apakah Bapak mengetahui cara aplikasi asap cair pada tanaman kakao? Hasil post-test menunjukkan 90-100% peserta mampu menjawab pertanyaan.



Gambar 6. Hasil penilaian evaluasi awal dan akhir



## **Kesimpulan**

Dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Pengabdian masyarakat “Aplikasi Asap Cair untuk Peningkatan Ketahanan Tanaman terhadap Hama Buah Kakao” sudah dilaksanakan dengan peserta dari Kelompok Tani Makmur, Desa Sidomulyo, Kecamatan Air Naningan, Tanggamus melalui kegiatan penyuluhan, FGD, coaching, dan pendampingan petani, (2) pengabdian ini dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam aplikasi asap cair untuk meningkatkan ketahanan terhadap hama tanaman kakao dengan nilai meningkat dari 39-59 menjadi 83-100.

## **Pengakuan**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberi dana DIPA Fakultas Pertanian Universitas Lampung Tahun Anggaran 2023.

## **Daftar Pustaka**

- Aisyah, I., M.S. Sinaga, A.A. Nawangsih, Giyanto, and G. Pari. 2018. Utilization of liquid smoke to suppress blood diseases on bananas and its effects on the plant growth. *Agrivita*. 40(3): 453–460.
- Antala, M., O. Sytar, A. Rastogi, and M. Brestic. 2020. Potential of karrikins as novel plant growth regulators in agriculture. *Plants*. 9(43): 1–13.
- Beusch, C. 2021. Biochar as a Soil Ameliorant: How Biochar Properties Benefit Soil Fertility — A Review. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 9, 28–46.
- BPS Propinsi Lampung. 2021. Provinsi Lampung Dalam Angka 2021. BPS Propinsi Lampung.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020 Kakao. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian RI.
- Evizal, R., and F.E. Prasmatiwi. 2022. Coffee plantation characteristics of migrant farmers: a case study in Tanggamus, Lampung, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1018(012035), 1–9.
- Evizal, R. dan F.E. Prasmatiwi. 2023. Struktur agroforestri kakao muda dan pendapatan petani di Desa Sidomulyo Kecamatan Air Naningan, Tanggamus. *Jurnal Agrotropika*. 22(2): 72-83.

- Evizal, R., F.E. Prasmatiwi, M.C. Pasaribu, Ivayani, L. Wibowo, W. Rahmawati, and A. Karyanto. 2018. Competitive and sustainable production of cocoa in Tanggamus, Lampung Province, Indonesia. *Proceeding of ISAE International Seminar*, pp. 705–712.
- Evizal, R., Sugiatno, H. Pujisiswanto, and F.E. Prasmatiwi. 2018. Potential yield of replanted trees of cocoa clones introduced in Lampung. *Proceedings of IC-GU 12 UGSAS-GU 6th International Workshop on Crop Production and Productivity Under Global Climate Change*, pp. 37–39.
- Idiawati, N., G. Monica, M. Sari, J. Sofiana, I. Safitri, and S. Siregar. 2021. Characteristics and chemical compounds liquid Smoke of mangrove stem bark from charcoal industry. *Journal of Southwest Jiaotong University*. 56(3): 63–71.
- Inayah, A., H.D. Aprilia, and Yunia. 2022. Commercial Diplomacy to Increase Exports of Lampung Cocoa Commodities in the European Union Market. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 628: 65–73.
- Indriati, G. and Samsudin. 2018. Potensi asap cair sebagai insektisida nabati pengendali penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*. 5(3): 123–134.
- Nurida, N. L. and M. Muchtar. 2020. Aplikasi Biochar Kulit Buah Kakao pada Tanah Lempung Liat Berpasir: Sifat Fisik Tanah dan Hasil Jagung. *Jurnal Tanah Dan Iklim*. 44(2):117–127.
- Oramahi, H., F. Diba, and Wahdina. 2011. Aktivitas Antijamur Asap Cair dari Serbuk Gergaji Kayu Akasia (*Acacia mangium Willd*) dan Kayu Laban (*Vitex pubescens Vahl*). *Bionatura – Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*. 13(1): 79–84.
- Prabowo, H., E. Martono, and Witjaksono. 2016. Activity of Liquid Smoke of Tobacco Stem Waste As an Insecticide. *Perlindungan Tanaman Indonesia*. 20(1): 22–27.
- Ristiani, W., R. Yuniati, R. Lestari, and W. Wardhana. 2022. Application of Coconut Shell Liquid Smoke to Control Fusarium Wilt Disease on Hevea brasiliensis Muell. Arg. *Agrivita*. 44(1): 11–20.
- Rosalina, T. Tedja, E. Riani, and S. Sugiarti. 2016. An environmental friendly pesticide from bintaro (*Cerbera odollam gaertn*) liquid smoke for pine wood preservation against a subterranean termite *captotermes curvignathus holmgren* attack. *Rasayan Journal of Chemistry*. 9(3): 438–443.
- Rubiyo, Y.A. Dewi, Imran, A. Salim, Baharudin, C. Indrawanto, and M.T. Ratule. 2020. Evaluation of yield and pest and disease resistance of cocoa clones in Kolaka District, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(12): 5698–5707.



- Mustikawati, D.R., N. Mulyanti, and R.W. Arief. 2016. Study Effectiveness of Liquid Smoke as a Natural Insecticide for Main Pest Control of Soybean Crops. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 30(1): 237–245.
- Saragih, W. H., R. Evizal, H. Pujisiswanto, and Sugiarno. 2020. Pengaruh dosis pupuk majemuk NPK (16:16:16) dan klon terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(1): 77–85.
- Soedijo, S., M.I. Pramudi, Salamiah, and S. Aisah. 2015. Introduction Study of Potential of Natural Insecticide Liquid Smoke from Solid Waste Oil Palm to Brown Plant Hopper (*Nilaparvata lugens* Stall) in South Kalimantan. *Asian Journal of Applied Sciences*. 3(1): 196–198.
- Sutrisno, C.Y. Krah, I.S. Harahap, and Samsudin. 2021. Evaluating the Potential of Liquid Smoke in Protecting Cocoa Beans against Storage Pest. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 11(6): 2189–2196.
- Triwiratno, A., D. Agustina, and Y.P. Astutik. 2018. The concentration and type of liquid smoke to suppress the development of *Elsinoe fawcettii* causing scab on citrus plant of *Japansche Citroen*. *Biotika*. 21(2): 43–49.
- Zulkarnain, and M. Sukmayanto. 2019. Keputusan Petani Beralih Usahatani Dari Tanaman Kakao Menjadi Lada Di Kabupaten Lampung Timur. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 5(2): 193–205.