

LAPORAN AKHIR PENELITIAN

**KAJI TINDAK PEMANFAATAN PESTISIDA NABATI UNTUK
PENGENDALIAN HAMA PBK, PENYAKIT BUSUK BUAH DAN
KANKER BATANG SEBAGAI USAHA PENINGKATAN
PRODUKSI DAN PERBAIKAN MUTU KAKAO DI
KABUPATEN KONAWA**

PENELITI :

**Nuriadi, SP, M.Si
DR. Gusnawaty, HS, SP, MP
Ir. Mariadi, MS
Ir. Terry Pakki, M.Si**



Kerjasama

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Halu Oleo**

Dengan

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
KABUPATEN KONAWA PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

2017

©Hak cipta milik BALITBANG KONAWE, tahun 2017
Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyatakan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan yang wajar bagi Balitbangda Luwu Utara.

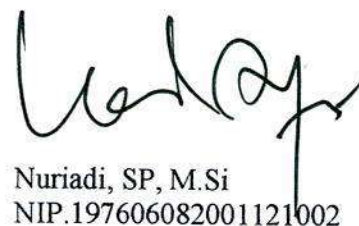
Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa izin dari Balitbang Konawe

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Kaji Tindak Pemanfaatan Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama PBK, Penyakit Busuk Buah dan Kanker Batang Sebagai Usaha Peningkatan Produksi dan Perbaikan Mutu Kakao Di Kabupaten Konawe
2. Penanggung Jawab : Nuriadi, SP, M.Si
3. Ketua Tim Peneliti : Nuriadi, SP, M.Si
NIP. : 19860608 200112 1 002
Pangkat / Golongan : Penata / III c
4. Jangka Waktu : 3 (tiga) bulan
Kegiatan
5. Biaya : Rp. 130.160.000,- (Seratus Tiga Puluh Juta Seratus Enam Puluh Ribu Rupiah)



Ketua Tim Peneliti,



Nuriadi, SP, M.Si
NIP.197606082001121002

RINGKASAN

Saat ini produktivitas kakao nasional masih cukup rendah hanya berkisar 600-800 kg/ha sementara potensi produksi dapat mencapai lebih dari 1 ton/ha. Salah satu penyebab turunnya produksi kakao adalah serangan hama PBK, penyakit busuk buah kakao (BBK) dan Kanker Batang Kakao. Hama Penyakit tersebut sangat penting dikendalikan karena dapat menyebabkan kehilangan hasil kakao dari 30% sampai 90% khususnya pada kondisi kelembaban kebun yang cukup tinggi. Penelitian ini dilakukan di kebun petani di Desa Andomesinggu Kecamatan Besulutu Kabupaten Konawe, berlangsung dari bulan Mei sampai Agustus 2017. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pestisida nabati dalam pengendalian hama PBK, penyakit busuk buah kakao dan penyakit kanker batang kakao (*Phytophthora palmivora*). Metode percobaan lapangan untuk pengendalian hama PBK penyakit busuk buah menggunakan rancangan acak kelompok dengan 5 perlakuan yaitu : FP 1 (Phymar C SL 5 ml/L air), FP 2 (Phymar C SL 10 ml/L air), FP 3 (Phymar C SL 15 ml/L air), FP 4 (Phymar C SL 20 ml/L air) dan kontrol, setiap perlakuan menggunakan 16 pohon kakao dengan 5 ulangan sehingga terdapat 25 unit percobaan. Sedangkan untuk penyakit kanker batang terdiri dari 6 perlakuan yaitu : PH 1 (Phymar C SL 5 ml/L air), PH 2 (Phymar C SL 10 ml/L air), PH 3 (Phymar C SL 15 ml/L air), PH4 (Phymar C SL 20 ml/L air), PH 5 (Phymar C SL murni/tanpa pengenceran) dan kontrol (tanpa Phymar C SL). Setiap perlakuan menggunakan 6 pohon kakao dengan 4 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan. Data hasil penelitian menunjukkan Penggunaan pestisida nabati Phymar C SL efektif mengendalikan penyakit busuk dan penggerek buah kakao pada konsentrasi 20 ml/L air dengan tingkat efikasi 93,05% dan 92,31%. Sedangkan untuk mengendalikan penyakit kanker batang yakni dengan pengolesan pestisida nabati Phymar C SL pada konsentrasi 20 ml/L air (Ph4) dan tanpa pengenceran (Ph5) dengan tingkat efikasi 100,00%, dimana kulit batang mengalami kesembuhan 100,00% setelah masing-masing dalam 4 dan 2 hari, dengan satu kali pengolesan/aplikasi

Kata kunci: Kakao, Pestisida Nabati, *Phytophthora palmivora*, PBK, Busuk Buah Kakao, Kanker Batang.

PRAKATA

Alhamdulillah Puji dan Syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya laporan Hasil penelitian Kaji Tindak Pemanfaatan Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama PBK, Penyakit Busuk Buah dan Kanker Batang Sebagai Usaha Peningkatan Produksi dan Perbaikan Mutu Kakao Di Kabupaten Konawe” ini dapat terselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan atas kerjasama Badan Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Konawe dengan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Halu Oleo.

Dengan Selesainya Penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Para peneliti dari Lembaga Penelitian Universitas Halu Oleo yang telah menyusun dokumen, serta Staf lapangan yang telah membantu pengambilan data di lapangan serta semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Semoga dokumen ini dapat menjadi pedoman dalam melakukan Pengendalian Penyakit Busuk Buah dan Kanker Batang di Kabupaten Konawe untuk lebih meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani kakao.

Kendari, 2017
Ketua TIM PENELITI



NURIADI, SP, M.Si
NIP. 197606082001121002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN HAK CIPTA	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
a. Latar Belakang	1
b. Rumusan Masalah	4
c. Maksud dan Tujuan	4
d. Sasaran.....	4
e. Ruang Lingkup	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
a. Morfologi Tanaman Kakao	6
b. Kesesuaian Lahan Kakao	6
c. Bioekologi Penyakit Busuk Buah Kakao <i>Phytophthora palmivora</i>	8
d. Bioekologi Hama Penggerek Buah Kakao	9
e. Gejala dan Kerusakan	10
f. Hama dan Musuh Alami pada Tanaman Kakao	11
g. Pengelolaan Hama Terpadu	12
h. Pestisida Nabati	15
BAB 3. METODOLOGI	18
a. Lokasi dan Waktu Penelitian	18
b. Metode Pengumpulan Data	18

c. Metode Analisis Data	22
BAB 4. ANALISIS DATA.....	25
a. Pengamatan Intensitas Serangan Penyakit Busuk Buah	18
b. Pengamatan Intensitas Serangan Hama Penggerek Buah Kakao	27
c. Pengamatan Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang	29
d. Pengamatan Kualitas Biji Kakao	31
e. Pengamatan Musuh Alami	33
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
a. Gambaran Umum Kakao Konawe	35
b. Persentase Kerusakan Buah oleh Penyakit Busuk Buah	36
c. Persentase Kerusakan Buah oleh Hama Penggerek Buah Kakao.....	38
d. Persentase Kesembuhan oleh Penyakit Kanker Batang	39
e. Kualitas Biji Kakao	42
f. Musuh Alami	43
g. Analisis Biaya Pengendalian	45
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	47
a. Kesimpulan	47
b. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

1. Perlakuan Hama PBK dan Penyakit Busuk Buah Kakao	19
2. Perlakuan Penyakit Kanker Batang.....	19
3. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah	25
4. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah Hasil Transformasi Arcsin \sqrt{P}	25
5. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Intensitas Penyakit Busuk Buah	26
6. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah Kakao.....	27
7. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah Kakao Hasil Transformasi Arcsin \sqrt{P}	27
8. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Intensitas Penggerek Buah Kakao	28
9. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang	29
10. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang Hasil Transformasi Arcsin \sqrt{P}	29
11. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang.....	30
12. Data Pengamatan Rata-rata Kualitas Biji Kakao pada pengamatan penyakit busuk buah	31
13. Data Pengamatan Rata-rata Kualitas Biji Kakao pada pengamatan Pengamatan Penggerek Buah Kakao	32
14. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Penyemprotan Penyakit Busuk Buah	33
15. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Penyemprotan Penggerek Buah Kakao.....	33
16. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Pengolesan Penyakit Kanker Batang	34
17. Rata-rata persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah	36
18. Rata-rata persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah kakao	38
19. Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang	40
20. Rata-rata Kualitas Biji Kakao	42
21. Jenis-jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Penyemprotan Penyakit Busuk Buah (<i>Phytophthora palmivora</i>)	43
22. Jenis-jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Penyemprotan Penggerek Buah Kakao.....	43

23. Jenis-Jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Pengolesan Penyakit Kanker Batang (<i>Phytophthora palmivora</i>)	44
---	----

DAFTAR GAMBAR

1. Buah Contoh yang Diberi Label 21
2. Kulit Batang yang Terserang Kanker Diserut/Dikupas Kulitnya 22

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kebun Kakao Lokasi Penelitian	53
2. Lokasi Plot Penelitian	53
3. Buah Panen.....	54
4. Pohon Kakao yang Terserang Kanker Batang.....	55
5. Aplikasi Penguasaan Phymar C SL pada Batang Kakao yang Terserang Kanker Batang	56
6. Hasil Perlakuan Pengolesan Batang Kakao yang Terserang Kanker Batang .	56
7. Kualitas Biji	57

BAB 1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Kakao (*Theobromae cacao* L) adalah tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan menjadi salah satu komoditas penting dalam perdagangan internasional. Sebagai komoditi yang memiliki nilai ekonomi tinggi, beberapa negara berupaya meningkatkan produksi kakaonya untuk mensuplai kebutuhan kakao dunia seperti Pantai Gading yang mensuplai 39,8% dengan produksi 1,5 juta ton/tahun, Ghana 19,6% dan Indonesia 8,1% kebutuhan dunia pada tahun 2016 (ICCO, 2017). Indonesia mensuplai kebutuhan dunia sebesar 17% pada tahun 2013 dan kemudian menurun pada tahun-tahun berikutnya (FAO, 2015). Peringkat tersebut masih sangat terbuka mengingat produktivitas kakao nasional masih rendah, sedangkan luas lahan kakao yang ada yakni 1,7 juta Ha. Data Direktorat Jenderal Perkebunan (2015) produktivitas kakao Sulawesi Tenggara 814 kg/ha dan nasional sebesar 798 kg/ha. Luas perkebunan kakao di Sulawesi Tenggara didominasi oleh perkebunan rakyat seluas 252.421 ha, dengan estimasi produksi kakao tahun 2016 sebesar 120.421 ton/tahun (Dirjen Perkebunan, 2015). Tahun 2015 produksi kakao Sulawesi Tenggara mengalami penurunan dari 125.079 ton/tahun menjadi 105.434 ton/tahun, produktivitasnya juga menurun dari 852 kg/ha menjadi 829 kg/ha. Data terbaru diperoleh dari CABI (2016) bahwa produktivitas kakao Papua New Guinea telah mencapai 1.200 kg/ha.

Turunnya produksi dan produktivitas kakao Sulawesi Tenggara dipastikan akan berdampak pada produksi dan produktivitas kakao nasional. Hal ini disebabkan karena luas pertanaman kakao Sulawesi Tenggara merupakan peringkat kedua nasional setelah Sulawesi Tengah dengan luas masing masing-masing 288.263 Ha dan 252.421 Ha (Dirjen Perkebunan 2015). Ditambah lagi Sulawesi Tenggara memiliki wilayah terbanyak (5 kabupaten) meliputi Kabupaten Konawe, Kabupaten Konawe Selatan, Kabupaten Kolaka, Kabupaten Kolaka Utara, dan Kabupaten Timur yang telah ditetapkan sebagai kawasan kakao nasional diantara 7 (tujuh) provinsi meliputi Provinsi Aceh, Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Sulawesi Utara, Provinsi Sulawesi Selatan, Provinsi Sulawesi Barat, Provinsi Sulawesi Tenggara dan Provinsi

Nusa Tenggara Timur melalui keputusan Menteri Pertanian No. 46/Kpts/PD.300011/2015.

Berbagai faktor yang menyebabkan masih rendahnya produksi kakao nasional termasuk Sulawesi Tenggara adalah infeksi penyakit busuk buah kakao dan kanker batang yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Sampai saat ini masih menjadi faktor pembatas yang penting untuk dikendalikan. Penyakit busuk buah ini menyebabkan kehilangan hasil secara global mencapai 20–30% (Guest, 2007). Di Indonesia terutama Sulawesi yang memiliki areal pertanaman kakao terbesar, kehilangan hasil akibat penyakit busuk buah mencapai 90% terutama pada musim hujan sehingga menimbulkan kerugian sebesar 25% sampai 60% pertahun atau setara dengan 1.8 triliun rupiah (Rosmana *et al.*, 2010). Patogen *P. palmivora* merupakan cendawan dari kelas *Oomycetes* yang memiliki ciri-ciri morfologi miselium panjang dan berwarna putih dengan spora berbentuk seperti buah pir (Drenth dan Sendall, 2001).

Penyakit busuk buah, hama penggerek buah kakao dan kanker batang sampai saat ini masih sulit dikendalikan secara optimal, terutama di kebun kakao yang berada pada iklim basah. Umumnya pengendalian patogen penyebab penyakit busuk buah dilakukan dengan cara mengurangi kelembaban kebun kakao dengan pemangkasan, memperbaiki saluran air, sanitasi kebun, membenamkan buah kakao dan bagian tanaman yang terinfeksi ke dalam tanah (Drenth dan Guest, 2004). Aplikasi fungisida sintetik yang berbahan aktif metalaksildan fosetil atau tembaga seperti Nordox dan Cupravail dapat dilakukan sebagai tindakan preventif terhadap penyakit busuk buah kakao, namun ternyata bahan kimiawi tersebut belum sepenuhnya memberikan hasil yang efektif dalam menekan serangan *P. palmivora* ini. Penggunaan senyawa kimia sintetik secara terus menerus serta berlebihan akan memberikan resistensi terhadap patogen *P. palmivora* dan berdampak negatif terhadap kerusakan lingkungan (Erwin dan Ribiero, 1996).

Salah satu upaya pengendalian terhadap serangan *P. palmivora* yang saat ini mulai dikembangkan adalah memanfaatkan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap patogen penyebab penyakit dan menguntungkan bagi tanaman serta aman terhadap lingkungan (Doss dan Welthy, 1995; Semangun, 2000). Berbagai upaya telah dilakukan oleh petani kakao untuk mengendalikan penyakit BBK, namun

kebanyakan petani menggunakan cara pengendalian konvensional yaitu pestisida kimia sintetis-insektisida. Akibat penggunaan pestisida kimia sintetis menimbulkan banyak masalah pasca aplikasinya seperti timbulnya kerusakan lingkungan dan efek yang lain adalah ditolaknya produk kakao Indonesia di pasar internasional. Penggunaan pestisida kimiawi secara intensif, juga memberikan berbagai dampak yang tidak diinginkan, terkait dengan kerusakan ekosistem lahan pertanian, terganggunya eksistensi flora dan fauna di sekitar lahan pertanian dan kesehatan petani pekerja (Regnault-Roger, 2005). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa di seluruh dunia setiap tahunnya terjadi keracunan pestisida antara 44.000–2.000.000 orang dan dari angka tersebut yang terbanyak terjadi di negara berkembang (Sintia, 2006).

Salah satu cara mengatasi permasalahan tingginya aplikasi pestisida kimia sintetis, penting dilakukan restorasi cara pengendalian BBK, PBK dan Kanker Batang yang lebih berwawasan lingkungan. Hal sangat sesuai UU No. 12 tahun 1992 dan Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 1995, tentang Penanganan OPT merupakan tanggung jawab pemerintah dan masyarakat yang dilaksanakan dengan menerapkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT). Pengendalian PHT menitikberatkan pada cara pengendalian hama berbasis ramah lingkungan. Pestisida nabati adalah bahan kimia alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan BBK dan Kanker Batang tanpa menimbulkan efek negatif seperti efek yang ditimbulkan oleh aplikasi bahan kimia sintetis. Hasil penelitian sebelumnya bahwa penggunaan pestisida nabati terbukti efektif mengendalikan organisme pengganggu tanaman pada tanaman kakao (Mariadi 2004, 2005 dan 2008). Penelitian terbaru oleh Mariadi dkk., (2012 dan 2013) aplikasi Phymar C berdasarkan uji lapang terbukti bahwa aplikasi pestisida nabati Phymar C memiliki kemampuan efektifitas yang sangat baik untuk mengendalikan penyakit busuk buah dan kanker batang pada tanaman kakao. Aplikasi pestisida nabati Phymar C dapat menurunkan intensitas penyakit busuk buah 45–55% , hama penggerek buah kakao 40 – 75 % dan menyembuhkan penyakit kanker batang sampai 100%. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah Pengujian Lapang Efikasi Fungsida Alami Phymar C SL di Desa Andomesinggu Kecamatan Besulutu Kabupaten Konawe.

b. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang penting untuk diselesaikan adalah bagaimana efektivitas Fungsida pestisida nabati Phymar C SL di lapang?

c. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah : (1) Mendapatkan teknologi tepat guna tentang sistem pengendalian penyakit busuk buah, hama penggerek buah kakao dan kanker batang pada tanaman kakao yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (2) Tersedianya produk pestisida nabati berupa pestisida nabati Phymar C SL, sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pestisida nabati Phymar C SL dalam mengendalikan penyakit busuk buah kakao dan penyakit kanker batang kakao secara ramah lingkungan dan berkelanjutan.

d. Sasaran

Sasaran dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas Fungsida Alami Phymar C SL dalam mengendalikan penyakit busuk buah kakao, hama penggerek buah kakao dan penyakit kanker batang Kakao serta peningkatan produktivitas dan mutu kakao secara nasional.

e. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari dua pokok sebagai obyek penelitian yaitu:

1. Pengujian efikasi pestisida nabati Phymar C SL terhadap penyakit busuk buah kakao
2. Pengujian efikasi pestisida nabati Phymar C SL terhadap penyakit kanker batang kakao

Disamping penyakit busuk buah dan penyakit kanker batang untuk mengetahui apakah pestisida nabati Phymar C SL dapat memperbaiki mutu biji kakao, maka dilakukan juga pengamatan kualitas biji kakao dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323-2008).

Sedangkan untuk mengetahui apakah fumgisida alami Phymar C SL ramah lingkungan, dilakukan juga pengamatan terhadap terhadap jenis-jenis musuh alami (serangga netral yang ditemukan pada lokasi penelitian).

Penelitian ini dipusatkan di kebun petani di Desa Andomesinggu Kecamatan Besulutu Kabupaten Konawe untuk mencapai tujuan penelitian ini dilaksanakan melalui kaji tindak (*action research*) untuk mendapatkan kebun kakao yang representatif sebagai lokasi kegiatan dilakukan survey awal untuk mendapatkan kebun yang memenuhi standar untuk aplikasi pestisida nabati Phymar C SL. Kebun yang dipilih memiliki kriteria yaitu:

- Kebun milik petani dengan luasan masing-masing 1 ha baik untuk penyakit busuk buah maupun penyakit kanker batang
- Untuk penyakit busuk buah, pohon yang dijadikan sampel untuk aplikasi Phymar C SL mempunyai buah yang berukuran 10 – 15 cm minimal 4 buah terdapat buah yang sakit tetapi masih kategori serangan sangat rendah sebagai sumber inokulum.
- Petani pemilik kebun tidak melakukan pengendalian dengan pestisida kimia selama kegiatan penelitian berlangsung.

Sedangkan untuk penyakit kanker batang pohon kakao yang dijadikan sampel dengan kriteria:

- Terdapat gejala penyakit kanker batang dari kategori ringan sampai berat.
- Petani tidak melakukan kegiatan aplikasi pestisida kimia selama penelitian berlangsung.
- pohon sampel merupakan hasil sambung samping dengan umur minimal 5 tahun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Morfologi Tanaman Kakao

Tanaman kakao termasuk golongan tanaman dari kelompok caulifloris, yaitu tanaman yang berbunga dan berbuah pada batang dan cabang. Tanaman ini pada garis besarnya dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bagian vegetatif yang meliputi akar, batang serta daun dan bagian generatif yang meliputi bunga dan buah (Firdausil *et al.*, 2008). Akar merupakan bagian dari tanaman yang sangat penting untuk menyokong dan memperkokoh berdirinya tanaman, menyerap air dan unsur hara, mengangkut air dan zat-zat makanan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pertumbuhan batang kakao bersifat dimorfisme yaitu batang utama yang bersifat ortotrop tumbuh tegak dan pertumbuhan ke samping seperti cabang primer disebut plagiotrop (Wahyudi *et al.*, 2008). Batang dan kedua jenis cabang tersebut sering ditumbuhi tunas-tunas air (*Chupon*) yang banyak menyerap energi, sehingga bila dibiarkan tumbuh akan mengurangi pembungaan dan pembuahan (Siregar *et al.*, 2009). Daun muda berwarna hijau atau merah muda dan setelah dewasa berwarna hijau atau hijau tua. Tunas baru disebut dengan *flush*, dan pada saat *flush* setiap tunas dapat membentuk 4-6 lembar daun baru sekaligus (Wahyudi *et al.*, 2008).

Tanaman kakao bersifat *caulifloris* yang berarti bunga dan buahnya tumbuh dan berkembang pada batang atau cabang. Sifat penyerbukan kakao adalah menyerbuk silang. Daun mahkota panjangnya 6 – 8 mm, terdiri atas dua bagian. Bagian pangkal berbentuk seperti kuku binatang (*claw*) dan biasanya terdapat dua garis merah. Bagian ujungnya berupa lembaran tipis, fleksibel, dan berwarna putih (Daryanto, 2007). Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak akan berwarna kuning. Buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga (oranye). Biji terangkai pada plasenta yang tumbuh dari pangkal buah di bagian dalam. Biji dilindungi oleh salut biji (aril) lunak berwarna putih (Daryanto, 2007).

b. Kesesuaian Lahan Kakao

Faktor iklim dan tanah dapat menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman kakao. Dengan demikian curah hujan, suhu udara dan sinar matahari menjadi bagian

faktor iklim yang menentukan. Demikian juga dengan faktor fisik dan kimia tanah yang erat kaitannya dengan daya tembus (penetrasi) dan kemampuan akar menyerap air dan hara. Ditinjau dari wilayah penanamannya kakao ditanam pada daerah-daerah yang berada pada 10⁰ LU sampai dengan 10⁰ LS. Ketinggian tempat di Indonesia yang ideal untuk penanaman kakao adalah tidak lebih tinggi dari 800 mdpl (Benidiktus, 2010). Intensitas 50–70% dilaporkan memberikan produksi tertinggi untuk kakao dewasa (Prawoto, 2012). Terdapat pengaruh interaksi tanaman penabung dan klon kakao pada indeks luas daun (ILD) dan kerapatan stomata, sedangkan kadar klorofil daun, kadar nitrogen daun, dan luas daun spesifik (LDS) hanya dipengaruhi oleh jenis tanaman penabung. Kadar klorofil tertinggi pada penabung lamtoro dan terendah pada jati (Regazzoni *et al.*, 2014).

Areal penanaman kakao yang ideal adalah daerah-daerah dengan curah hujan 1.100 – 3.000 mm/tahun. Suhu sangat berpengaruh terhadap pembentukan *flush*, pembungaan, dan kerusakan daun. Suhu ideal bagi tanaman kakao adalah 30⁰C-32⁰C (maksimum) dan 18⁰C-21⁰C (minimum). Kakao juga dapat tumbuh dengan baik pada suhu rata-rata minimum 15⁰C/bulan (Soepardi, 2009). Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kakao adalah sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sifat kimia tanah meliputi kadar unsur hara mikro dan makro dalam tanah, kejenuhan basa, kapasitas pertukaran kation, pH atau kemasaman tanah dan kadar bahan organik. Secara tidak langsung sifat tersebut mempengaruhi pertumbuhan tanaman kakao (Wahyudi *et al.*, 2008). Pujiyanto (2004) mencatat bahwa pembenah tanah yang ditambahkan ke dalam tanah akan berpengaruh terhadap sifat kimia tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman.

Kemasaman (pH) tanah memiliki peranan penting dalam keseimbangan unsur hara di dalam tanah dan sangat erat dengan tingkat kesuburan tanah. Penambahan dolomit, yang merupakan bahan mineral yang berasal dari alam yang mengandung unsur kalsium dan magnesium, dapat menaikkan pH tanah dan dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan meningkatkan kehidupan jasad renik dan unsur hara makro lebih tersedia bagi tanaman (Sumaryono dan Suryono, 2000). Faktor penentu kesuburan tanah juga dipengaruhi oleh nilai kapasitas pertukaran kation (KPK) di dalam tanah. Agustin *et al.*, (2010) menyatakan bahwa KPK yang

tinggi mengakibatkan media mampu mengikat air dan unsur hara serta melepaskan saat dibutuhkan tanaman. Berdasarkan uraian tersebut maka Sulawesi Tenggara khususnya Kabupaten Konawe memiliki kesesuaian lahan untuk pengembangan kakao.

c. Bioekologi Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*

Bioekologi Patogen Alexopoulos *et al.*, (1996) menjelaskan bahwa, *Phytophthora* termasuk family Pythiaceae, ordo Peronosporales, kelas Oomycetes. *P. palmivora* merupakan cendawan heterotalik, tidak menghasilkan stadium seksual dalam medium buatan. Miselium tidak berseptata dan mengandung banyak inti diploid. Hifa tidak berwarna, mempunyai cabang yang banyak, agak keras, sinosis, kadang-kadang berseptata, berdiameter antara 5 – 8 μ . Pada jaringan tanaman, pertumbuhan hifa biasanya interseluler dan membentuk haustorium di dalam sel inang. *P. palmivora* dilaporkan dapat membentuk sporangium pada buah kakao dengan kisaran kelembaban nisbi udara 70-90%, namun tidak pernah 100%. Jamur *P. palmivora* mempunyai empat tipe spora yang mungkin menyebabkan infeksi secara langsung atau tidak langsung yaitu sporangia, zoospora, oospore dan klamidospore. Sporangia diproduksi pada buah, daun, batang atau akar yang terinfeksi. Sporangia tersebut dapat berkecambah pada permukaan daun, atau di dalam tanah dan kemampuan menghasilkan zoospora. Zoospora dapat berenang di dalam air tanah atau air permukaan tanaman sampai zoospora menemukan jalan masuk ke tanaman (Vanegtem *et al.*, 2015). Lebih dari 80 spesies *Phytophthora* yang dapat menyebabkan penyakit tanaman seperti *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. citrophora*, and *P. capsici*, yang bertanggung jawab pada penyakit busuk buah kakao dan *Phytophthora* yang bertanggung jawab pada penyakit busuk buah kakao yang menunjukkan gejala hitam busuk yang dapat menyebabkan kehilangan hasil 20–30% bahkan pada kasus tertentu mencapai 90%. Dilaporkan juga bahwa penyakit kanker batang dapat mematikan 10% pohon kakao setiap tahun (Acebo-Guerrero 2012).

Menurut Purwantara *et al.*, (2004) faktor yang berperan untuk terjadinya infeksi adalah kebasahan permukaan buah kakao dan kelembaban nisbi udara (RH) yang tinggi sekitar 95%. Hal ini didukung dari penelitian sebelumnya bahwa pelepasan, perkecambahan, dan infeksi zoospore terjadi apabila tersedia air bebas.

Air bebas dapat terjadi karena ada hujan atau kondensasi uap air jenuh akibat penurunan suhu yang berlangsung secara mendadak. Penyakit ini menginfeksi buah kakao yang masih muda sampai dewasa. Tetapi persentase serangan lebih banyak pada buah yang sudah dewasa. Buah yang terinfeksi menunjukkan gejala terjadi pembusukan disertai bercak cokelat kehitaman dengan batas yang tegas. Serangan biasanya dimulai dari ujung atau pangkal buah. Perkembangan bercak cokelat cukup cepat, sehingga dalam waktu beberapa hari seluruh permukaan buah menjadi busuk, basah dan berwarna cokelat kehitaman. Pada kondisi lembab pada permukaan buah akan muncul serbuk berwarna putih. Serbuk ini adalah spora yang seringkali bercampur dengan jamur sekunder/jamur lain. Menurut Vanegtern *et al.*, (2015) Bercak coklat pada buah, munculnya gejala pada seluruh buah, infeksi pada biji dan munculnya gejala kanker pada cabang dan batang. Apabila keadaan kebun lembab, maka bercak tersebut akan meluas dengan cepat ke seluruh permukaan buah, sehingga menjadi busuk, kehitaman dan apabila ditekan dengan jari terasa lembek dan basah.

d. Bioekologi Hama Penggerek Buah Kakao

Telur hama penggerek buah kakao berbentuk oval dan pipih dengan panjang 0.45-0.50 mm, lebar 0.25-0.30 mm, berwarna oranye. Telur diletakkan pada buah muda secara terpisah antara satu dengan yang lain. Lama stadium telur berkisar 2-7 hari (Sjafaruddin 1997).

Larva yang baru keluar dari telur langsung menggerek ke dalam buah dan memakan permukaan dalam kulit buah, daging buah dan saluran makanan ke biji (plasenta). Akibat serangan tersebut biji menjadi lengket satu sama lain dan tidak berkembang sempurna. Larva berganti kulit 4 kali dalam waktu 14-18 hari. Pada pertumbuhan penuh, panjang larva mencapai 12 mm dan berwarna hijau muda. Larva dewasa menjelang berkepompong keluar dari dalam buah dengan cara menggerek kulit buah, membentuk lubang keluar dengan diameter \pm 1 mm. Setelah larva keluar dari dalam buah, larva merayap pada permukaan buah atau menggantungkan diri dengan benang-benang sutra untuk mencari tempat berkepompong baik pada tanaman maupun di tanah (Soekandar 1993).

Pupa dapat ditemukan pada permukaan buah, batang, cabang atau pada permukaan tanah yang tertutupi oleh daun yang gugur. Kokon berbentuk oval berwarna kuning, berukuran (13–18) x (6–9) mm, sedangkan kepompong berwarna coklat dengan ukuran panjang 6–7 mm dan lebar 1–1.5 mm. Ukuran kepompong menjadi lebih panjang bila diukur bersama pembungkus tungkai dan antena, Stadium kepompong 6–8 hari, setelah itu berubah menjadi ngengat (Sjafaruddin 1997).

Serangga dewasa berwarna dasar coklat dengan warna putih bergaris zig-zag pada sayap depan dan spot kuning oranye menyerupai batik pada ujung sayapnya. Ukuran panjang tubuh ngengat pada saat istirahat 7 mm dengan rentang sayap mencapai 12 mm. Antena lebih panjang dari tubuhnya serta mengarah ke belakang. Ngengat aktif terbang, kawin dan meletakkan telur pada malam hari sejak pukul 18.00–07.00. Pada siang hari ngengat bersenbunyi pada tempat – tempat yang gelap dan terlindung dari sinar matahari terutama pada cabang – cabang horizontal. Lama hidup ngengat betina berlangsung 7 hari dan siklus hidup dari telur sampai ngengat berlangsung \pm 1 bulan (Kartasapoetra 1993). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan 73.43 % hama PBK menyukai cabang horizontal yang berdiameter antara 5.1-10 cm, dan selebihnya pada cabang vertikal dengan diameter 0-5 cm. Ngengat tidak mampu terbang jauh, hanya mencapai \pm 153 m apabila dilakukan pemerangkapan dengan feromon seks (Sudarsianto, 1995).

e. Gejala Serangan dan Kerusakan

Hama PBK umumnya menyerang buah kakao yang masih muda dengan panjang kurang lebih 10-12 cm pada umur 75 hari. Fase yang menimbulkan kerusakan adalah fase larva. Larva PBK memakan daging buah dan saluran yang menuju biji tetapi tidak menyerang biji. Gejala serangan baru tampak dari luar pada saat biji telah rusak.

Buah yang terserang memperlihatkan ciri-ciri sebagai berikut :

1. Pada jenis buah merah masak jingga, warna jingga tidak merata dan ada lubang-lubang kecil pada permukaan buah
2. Pada jenis buah hijau masak kuning, warna kuning tidak merata dan ada lubang-lubang kecil pada permukaan buah

3. Apabila buah terserang hama PBK digoyang tidak akan berbunyi seperti halnya pada buah sehat yang masak.
4. Buah kakao yang terserang hama PBK pada saat dibelah akan tampak biji-biji melekat satu sama lain, tidak berkembang dan ukurannya menjadi lebih kecil dan ringan.

Gejala serangan pada buah muda, permukaan buah yang terserang berupa bercak besar berwarna kuning. Jika buah-buah yang menunjukkan gejala tersebut dibelah, kulit buah dan tangkai biji tempat larva mengambil makanan terlihat berwarna coklat. Sedangkan daging buah yang biasanya berwarna putih pada serangan berat akan berwarna coklat kehitaman. Jika buah tersebut dibelah terlihat jalur-jalur gerakan larva dan tampak buah berwarna kecoklatan (Sulistyowati & Prawoto 1993).

Buah kakao yang terserang hama PBK dapat berkembang seolah-olah tidak terjadi serangan, buah yang terserang tidak ada perbedaan dengan buah kakao yang sehat. Gejala baru tampak dari luar setelah buah matang pada saat panen, buah kakao yang terserang berwarna agak jingga atau pucat keputihan, buah menjadi lebih berat dan bila diguncang tidak terdengar suara gesekan antara biji dengan dinding buah. Hal itu terjadi karena timbulnya lendir dan kotoran pada daging buah dan rusaknya biji-biji di dalam buah. Kerusakan daging buah akibat serangan PBK disebabkan oleh enzim heksokinase, malate dehidrogenase, fluorescent esterase and malic enzyme polymorphisms yang disekresikan oleh PBK (Wessel 1993).

f. Hama dan Musuh Alami pada Tanaman Kakao

Hama penting yang menyerang tanaman kakao adalah hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*), pengisap buah kakao (*Helopeltis* sp.), penggerek kulit batang kakao (*Glenea* sp.), dan penggerek batang (*Zeuzera* sp). Di antara hama penting tersebut hama PBK merupakan hama yang tertinggi intensitas serangannya di Sulawesi Tenggara yaitu mencapai 70–84% bila dibandingkan dengan hama penting lainnya (Dishutbun Sultra 2006). Hama lain yang ditemukan pada tanaman kakao adalah ulat kilan (*Hyposidra talaca*), kumbang (*Apogonia* sp.) dan ulat api (*Darna trima*) (Hindayana *et al.* 2002).

Produksi kakao di Sulawesi Tenggara mulai terancam dengan adanya serangan PBK. Hama ini merupakan hama yang cukup merugikan (Wardoyo 1982). Sifat penyebaran hama ini relatif cepat dan masih sulit dikendalikan (Sulistiyowati & Santosa 1995 ; Sulistiyowati & Yunianto 1996). Pada tahun 1995 tercatat bahwa hama PBK menyerang kurang lebih 424.8 ha kakao di Sulawesi Tenggara. Tetapi saat ini luas serangan telah mencapai lebih dari 200 125 ha, artinya hama PBK telah menyebar di seluruh areal kakao di Sulawesi Tenggara. Kerugian yang diakibatkan oleh hama ini ditaksir telah mencapai 19.639.04 ton per tahun setara dengan 216 miliar rupiah. Luas dan daerah sebaran ini terus meningkat bila pengendalian yang efektif dan efisien tidak dilakukan (Dishutbun 2010).

Menurut Soekadar (2007) musuh alami yang potensial digunakan sebagai musuh alami pada tanaman kakao selain semut hitam (Hymenoptera: Formicidae) adalah laba-laba (Araneae: Salticidae), semut angkrang/rangrang (Hymenoptera: Formicidae), Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae), kumbang kubah (Coleoptera: Coccinellidae), cecopet (Dermaptera), lalat apung (Diptera : Syrphidae), tawon (Hymenoptera: Vespidae).

g. Pengelolaan Hama Terpadu

Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) bukan sesuatu yang baru karena jauh sebelum tahun 1959 baik di Amerika maupun di Indonesia praktek pengendalian hama sudah dicoba dengan menggunakan dasar pertimbangan ekologi dan ekonomi. Konsep PHT muncul akibat kesadaran manusia akan bahaya pestisida sebagai bahan yang beracun bagi kelangsungan lingkungan hidup suatu ekosistem dan kehidupan manusia secara global. Kenyataan yang terjadi penggunaan pestisida oleh petani di dunia dari tahun ke tahun semakin meningkat sehingga diperlukan adanya cara pendekatan pengendalian hama yang baru sehingga dapat menekan penggunaan pestisida (Untung 1993).

Pengendalian hama terpadu merupakan suatu teknologi pengendalian hama yang memanfaatkan berbagai cabang ilmu dalam suatu ramuan yang serasi yang satu memperkuat yang lain. Masalah hama terjadi, selain akibat interaksi antara tanaman dengan hama itu sendiri juga dapat disebabkan oleh berbagai faktor fisik dan biota sekitarnya, seperti iklim dan cuaca, tingkat kesuburan tanah, mutu benih, teknik-

teknik agronomi, keragaman biota dan ulah manusia sendiri sebagai pengelola (Untung 1993).

Konsepsi PHT adalah memadukan semua metode pengendalian hama yang ada, termasuk di dalamnya pengendalian secara fisik, pengendalian mekanik, pengendalian secara bercocok tanam, pengendalian hayati dan pengendalian kimiawi. Dengan cara ini ketergantungan petani terhadap pestisida yang menjadi cara pengendalian hama utama dapat dikurangi. Dilihat dari segi operasional pengendalian hama dengan PHT dapat diartikan sebagai pengendalian hama yang memadukan semua teknik atau metode pengendalian hama sedemikian rupa sehingga populasi hama dapat berada di bawah ambang ekonomi. Dengan keadaan populasi hama yang rendah, budidaya tanaman untuk meningkatkan produktivitas tidak akan terhambat oleh gangguan hama tanaman (Untung 1993).

PHT merupakan konsep pengelolaan hama yang berwawasan ekologi, dengan pendekatan yang menekankan bekerjanya agensia-agensia pengendalian alami seperti predator dan parasitoid, melalui mekanisme homeostatis mampu mempertahankan keseimbangan tersebut, sehingga populasi hama tidak akan mendatangkan kerugian ekonomi bagi petani. Berhubung konsep PHT lebih menekankan pada penjagaan dan pemantapan keseimbangan ekosistem dengan mempertahankan populasi hama berada di bawah ambang ekonomi maka akan terbentuk agroekosistem yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga terbentuk agroekosistem yang relatif stabil selalu diupayakan (Sosromarsono 1992).

Kendala dalam pengendalian hama PBK terkait dengan biologi serangga yakni serangga dewasa *C. cramerella* meletakkan telur pada permukaan buah, kemudian telur menetas dan setelah itu larva langsung masuk ke dalam buah. Menjelang menjadi pupa, larva membuat lubang dan kemudian menjadi pupa pada permukaan buah, daun segar, cabang pada pohon daun-daun kering di atas tanah atau bahan yang dapat dijangkau oleh larva di sekitar tanaman terserang (Pardede *et al.* 1994).

Perilaku hama PBK seperti ini merupakan salah satu kendala dalam usaha pengendaliannya. Pengendalian dengan menggunakan insektisida sintesis atau biopestisida sulit untuk mencapai target sasaran karena larva yang baru menetas langsung masuk ke dalam buah. Demikian pula pupa dibungkus oleh kokon yang

dapat melindungi pupa kontak dengan pestisida. Di lapangan pestisida mudah diperoleh petani, sehingga berkembang ketergantungan petani pada pestisida. Selain itu penggunaan insektisida sintesis dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, resistensi dan resurgensi hama. Dengan demikian perlu dicari agens pengendali alternatif yang dapat mengendalikan dan menekan populasi hama PBK untuk mempertahankan produksi serta mudah diaplikasikan petani.

Komponen pengendalian hama PBK yang ada melalui pendekatan kultur teknis, mekanis, dan kimiawi. Komponen kultur teknis tersebut antara lain panen sering yang diikuti dengan pembersihan kulit buah, pangkasan memperpendek tajuk, sedangkan komponen mekanis yang dianjurkan adalah sarungisasi (Mursamondo & Wardoyo 1984). Pemanfaatan agens hayati untuk pengendalian PBK juga telah dilaporkan, antara lain dengan semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*), jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Paecilomyces fumosoroseus* (Sulistyowati *et al.* 2002), dan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. (Wardoyo 2000). Pengendalian hama PBK secara kimiawi yang direkomendasikan adalah melalui penyemprotan insektisida sintetik piretroid. Di antara komponen pengendalian tersebut metode sarungisasi (penyarungan buah) terbukti efektif menekan populasi hama PBK akan tetapi dalam aplikasinya memerlukan biaya dan tenaga kerja yang tinggi. Demikian halnya dengan aplikasi insektisida kimiawi juga memerlukan biaya tinggi serta adanya risiko pencemaran lingkungan dan tidak efektif (Sulistyowati *et al.* 2002).

Varietas tahan merupakan komponen pengendalian organisme pengganggu yang telah terbukti efektif mengendalikan berbagai kasus serangan hama dan penyakit tanaman. Pemanfaatan varietas tanaman tahan untuk pengendalian organisme pengganggu diamanatkan dalam UU No. 12 tahun 1992 melalui sistem pengendalian hama terpadu. Pengendalian Hama Terpadu dengan melibatkan komponen varietas tanaman tahan, agens hayati, dan manajemen lingkungan berdasarkan pertimbangan ekologis, ekonomis, dan sosiologis guna mendukung sistem budidaya yang ramah lingkungan.

Sehubungan dengan pengendalian hama PBK, tanaman tahan belum dapat digunakan sebagai komponen pengendalian karena hingga kini belum tersedia bahan tanam tahan PBK. Saat ini sedang diupayakan perakitan bahan tanam tahan

PBK yang diharapkan akan menjadi komponen penting dalam sistem pengendalian hama terpadu (Bradley, 2000).

h. Pestisida Nabati

Telah lama dilaporkan bahwa sekitar 1484 spesies Tanaman Pestisida Botani (Tanaman Pestitani) yang telah diteliti di seluruh dunia. Disebutkan pula bahwa kawasan asli (indigenous) tanaman pestitani antara lain adalah Amazonas, Papua New Guinea dan Indonesia. Eksistensi spesies-spesies tanaman pestitani tersebut terancam punah akibat eksploitasi hutan tropika yang tidak mempertimbangkan kaidah-kaidah pelestarian lingkungan (Suryaningsih dan Hadisoeganda, 2004). Olehnya itu, tumbuhan merupakan gudang berbagai senyawa kimia yang kaya akan kandungan bahan aktif, antara lain produk metabolit sekunder (*secondary metabolic products*), yang fungsinya dalam proses metabolisme tumbuhan kurang jelas. Kelompok senyawa ini berperan penting dalam proses berinteraksi atau berkompetisi, termasuk melindungi diri dari gangguan pesaingnya. Produk metabolit sekunder dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif pestisida nabati (Kardinan dan Wikardi, 1997). Menurut Dadang dan Priyono (2008) beberapa jenis senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, fenolik, terpenoid, glukosida sianogenik dan asam amino protein yang berpotensi sebagai senyawa pelindung dari patogen atau dari herbivora.

Pemanfaatan pestisida nabati dalam kegiatan bertani dianggap sebagai cara pengendalian hama yang ramah lingkungan sehingga diperkenankan penggunaannya dalam pertanian organik. Namun, pengembangan pestisida nabati di Indonesia menghadapi beberapa kendala, antara lain: (1) reaksinya relatif lambat dalam mengendalikan hama, berbeda dengan pestisida kimia sintetis yang berlangsung relatif cepat sehingga petani lebih memilih pestisida kimia sintetis dalam pengendalian OPT; (2) membanjirnya produk pestisida ke Indonesia, antara lain dari China yang harganya relatif murah serta longgarnya peraturan pendaftaran dan perizinan pestisida di Indonesia (Kardinan, 2011).

Beberapa bukti keberhasilan aplikasi pestitani secara praktikal di beberapa negara dikutip dalam Suryaningsih dan Hadisoeganda (2004), senyawa biotoksin yang telah diteliti kebanyakan adalah senyawa metabolit sekunder spesies tanaman

dari keluarga Annonaceae, Asteraceae, Canellaceae, Labiateae, Meliaceae, Piperaceae, Rutaceae. Evidensi praktikal pestisida botani (pestitani): (1) Cairan perasan ubi gadung (*Dioscorea hispida*) dan biji buah nona (*Annona reticulata*), untuk hama ulat di Jawa Barat; (2) Cairan perasan biji dan daun kacang babi (*Tephrosia* spp.) untuk ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di Pangalengan; (3) Air rebusan biji mahoni (*Swietenia macrophylla*), kepinding tanah (*Scotinophara cinerea*) dan walangsangit (*Leptocorisa acuta/oratorius*) untuk hama padi di Lebak; (4) Campuran cairan perasan daun banglai (*Zingiber cassumunar*) dan jeringau (*Acorus calamus*) untuk berjenis-jenis wereng di Yogyakarta; dan (5) Kulit batang suren (*Toona sureni*) disebarkan untuk mengusir walang sangit pada tanaman padi, di Jawa Barat. Di Kenya dilaporkan bahwa semportan ekstrak kasar tanaman Mexican marigold (*Tithonia diversifolia*) seminggu sekali mampu melindungi tanaman dari berbagai hama tomat dan kentang serta penyakit *Phytophthora infestans*. Ekstrak kasar menggunakan solven air dari campuran daun, *A. indica* (nimba) 8 kg, *Andropogon nardus* (serai wangi) 6 kg dan *Alpinia galanga* (lengkuas) 6 kg dalam 20 liter air (AGONAL) kemudian tiap 1 liter larutan rendaman diencerkan dalam 30 liter air. Campuran ekstrak kasar tersebut di atas juga mampu menekan penyakit *Colletotrichum* spp. dan bercak *Cercospora capsici*. Ekstrak buah mengkudu yang mengandung bahan aktif seperti *Scopoletin*, *Anthraquinon* dan *Terpentin* memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan diameter koloni jamur *C. capsici*. Mekanisme pengendalian terhadap jamur *C. capsici* oleh ekstrak buah mengkudu secara umum adalah secara fungistatik yaitu: menghambat proses pembentukan dinding sel yang diperlukan untuk memanjangkan ujung hifa, percabangan dan pembentukan spora, menghambat pembentukan tabung kecambah (germinasi) dan pertumbuhan miselium, menghambat atau mengganggu permeabilitas membran sel jamur sehingga jamur kehilangan nutrisi yang penting untuk pertumbuhannya (Ali *et al.*, 2012).

Anacardium occidentale (Jambu mete) adalah salah satu buah untuk sumber fenol. *Cashew Nut Shell Liquid* (CNSL) segar mengandung sekitar 90% berat asam anakardat, turunan dari O-karboksifenol yang mudah mengalami dikarboksilasi bila dipanaskan dan berubah menjadi anacardol atau cardanol. Sekitar 10% sisanya terdiri dari cardol, resorsinol (mhidroksi fenol) derivatif dan yang menimbulkan khasiat

vesikatif (Cornelius, 1966). Rasa sepet pada jambu mete disebabkan oleh senyawa fenolat bernama tanin dengan kadar antara 0,34–0,55%. Kandungan tanin pada buah semu dipengaruhi oleh varietas, iklim, dan tingkat kematangan buah. Selama proses pematangan, kandungan tanin buah semu semakin menurun. Kulit biji mete mengandung minyak laktat antara 20–25%. Cairan ini mengandung kurang lebih 90% asam anakardan dan 10% susunan kardol fenolik yang bersifat sangat keras dan toksik yaitu dapat membuat kulit tubuh bengkak, merah, gatal dan radang kulit (Saragih, 1994 *dalam* Widaningsih, 2008). Biji jambu mete berisi 21% protein dan 35–45% minyak. Minyaknya mengandung 60–74% asam oleat dan 20-28% asam linoleat. CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) nya berisi 90% asam anakardat (*anacardic acid*) dan 10% kardol (*cardyl*). Kandungan kimia di dalamnya adalah senyawa kimia seperti tanin, asam anacardic (*anacardic acid*) dan kardol yang bermanfaat sebagai anti bakteri dan anti septik (Koerniati *et al.*, 1995 *dalam* Widaningsih, 2008).

BAB 3. METODOLOGI

a. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Andomesinggu Kecamatan Besulutu Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara, mulai bulan April sampai bulan September 2017.

b. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer, untuk mendapatkan data tersebut dilakukan pengamatan terhadap semua petak perlakuan yaitu 25 unit perlakuan untuk penyakit busuk buah kakao dan 24 unit untuk penyakit kanker batang kakao. Untuk penyakit busuk buah data yang diamati pada awal pengamatan terdiri dari jumlah buah dalam pohon sampel, jumlah buah sakit, jumlah buah sehat, jumlah buah berukuran 10 – 15 cm. Pengamatan setelah aplikasi pestisida nabati Phymar C SL (pengamatan lanjutan) dilakukan terhadap : jumlah buah panen, jumlah buah sehat dan jumlah buah sakit. Pengamatan setelah panen terdiri dari pengamatan kualitas biji. Sedangkan untuk penyakit kanker batang kakao pengamatan awal dilakukan terhadap adanya gejala kanker pada batang kakao, tingkat kerusakan batang akibat kanker. Pengamatan setelah aplikasi pestisida nabati Phymar C SL (pengamatan lanjutan) dilakukan terhadap persentase kesembuhan gejala kanker batang dan perkembangan gejala kanker batang. Untuk menjamin validitas data yang diperoleh maka penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) baik untuk penyakit busuk buah maupun penyakit kanker batang, pengamatan juga dilakukan terhadap kualitas biji dengan standar SNI kakao. Untuk mengetahui bahwa pestisida nabati Phymar C SL ramah lingkungan maka pengamatan dilakukan juga terhadap jenis-jenis musuh alami yang ditemukan selama penelitian. Secara terperinci metode pengumpulan data data dilakukan sebagai berikut:

1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: pestisida nabati Phymar C SL, Tanaman Kakao yang berumur seragam, Pupuk NPK (sesuai

rekomendasi) dan Air sebagai pelarut. Sedangkan alat yang digunakan meliputi: sprayer punggung semi otomatis, kuas 5 cm, ember 10 liter dan 2 liter, pisau okulasi, pengaduk kayu, gelas ukur, meteran, patok kayu, label, tali pengikat/rafia, alat tulis menulis, kamera, dan sarung tangan.

2. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 (lima) perlakuan termasuk kontrol (tanpa pestisida) untuk Penyakit Busuk Buah dengan jumlah ulangan sebanyak 5 (lima) dan 6 (enam) perlakuan termasuk kontrol (tanpa pestisida) untuk Penyakit Kanker Batang dengan jumlah ulangan sebanyak 4 (empat). Adapun perlakuan Penyakit Busuk Buah dan Penyakit Kanker Batang yang diuji meliputi:

Tabel 1. Perlakuan Hama PBK dan Penyakit Busuk Buah Kakao

No.	Perlakuan	Konsentrasi Formula (ml/l)
1.	FP1	5 ml
2.	FP2	10 ml
3.	FP3	15 ml
4.	FP4	20 ml
5.	Kontrol	Tanpa pestisida

Keterangan: FP = Simbol perlakuan konsentrasi formulasi pestisida yang diuji

Tabel 2. Perlakuan Penyakit Kanker Batang Kakao

No.	Perlakuan	Konsentrasi Formula (ml/l)
1.	Ph1	5 ml
2.	Ph2	10 ml
3.	Ph3	15 ml
4.	Ph4	20 ml
5.	Ph5	Murni (tanpa pengenceran)
6.	Kontrol	Tanpa pestisida

Keterangan: Ph1 – Ph5 = Simbol perlakuan konsentrasi formulasi pestisida yang diuji

3. Prosedur Penelitian

Lokasi pengujian adalah kebun kakao monokultur milik petani di Desa Andomesinggu Kecamatan Besulutu Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara yang berupa hamparan dengan luas masing-masing yakni 1 (satu) Ha untuk pengujian Penyakit Busuk Buah dan 1 (satu) Ha untuk pengujian Penyakit Kanker Batang dan merupakan lokasi endemik patogen *Phytophthora palmivora*.

Penempatan petak pengujian dalam kelompok diatur berjajar mengikuti arah Timur-Barat sehingga peluang untuk terinfeksi patogen *Phytophthora palmivora* untuk semua tanaman dalam petak perlakuan relatif sama. Adapun aplikasi pengujian dan pengamatan yang dilakukan sebagai berikut:

4. Aplikasi Pengujian

a) Busuk Buah Kakao

Pada pengujian Penyakit Busuk Buah, tiap ulangan/kelompok terdiri dari 5 (lima) petak sebagai perlakuan termasuk kontrol. Tiap petak perlakuan berukuran 12 m x 12 m dengan jarak antar perlakuan adalah 5 meter dan jarak antar petak ulangan/kelompok adalah 10 (sepuluh) meter dimana masing-masing petak ulangan/kelompok terdiri atas 16 tanaman sehingga jumlah sampel yakni 400 tanaman.

Aplikasi fungisida dilakukan dengan menggunakan sprayer punggung semi otomatis. Buah contoh yang telah diberi tanda/label disemprot secara merata pada seluruh permukaan bagian buah sesuai perlakuan yang diuji kecuali kontrol. Aplikasi dimulai segera setelah terdapat serangan *Phytophthora palmivora* pada buah di setiap petak perlakuan yang letaknya pada batang dan cabang utama dengan panjangnya $\pm 10-15$ cm, namun masih dalam intensitas yang sangat rendah. Aplikasi pada buah dilakukan setiap 10 hari dengan jumlah aplikasi sebanyak 5 kali, volume penyemprotan disesuaikan dengan banyaknya buah yang diperlakukan pada tanaman, dengan ketentuan tidak melebihi 400 l/Ha. Aplikasi terakhir dilakukan 2 (dua) minggu sebelum buah di panen.



Gambar 1. Buah Contoh yang Diberi Label

b) Hama Penggerek Buah Kakao

Penentuan demplot dilakukan dengan :

- a. Tentukan lahan milik petani yang memenuhi syarat masing-masing seluas 1 ha baik untuk hama Penggerek Buah Kakao dan lahan petani sebagai sumber data pembanding..
- b. Pada masing – masing lahan ditentukan pohon tanaman sampel masing-masing sebanyak 50 pohon sampel setiap lahan. Kriteria pohon sampel untuk hama PBK pada setiap pohon terdapat minimal 4 buah yang berukuran panjang ± 10 cm.
- c. Pohon sampel terpilih diberi label sesuai kode jenis hama yang dikendalikan.
- d. Sebagai pembanding dipilih lahan di lokasi kebun lain yang berjarak ± 300 m dari petak demplot dan mempunyai tingkat kerusakan tahun sebelumnya sama dengan lokasi demplot.

c) Penyakit Kanker Batang Kakao

Untuk pengujian Penyakit Kanker Batang, tiap ulangan/kelompok terdiri dari 4 (empat) petak sebagai perlakuan termasuk kontrol. Tiap petak perlakuan berukuran 12 m x 12 m dengan jarak antar perlakuan adalah 5 meter dan jarak antar petak ulangan/kelompok adalah 10 (sepuluh) meter dimana masing-masing petak ulangan/kelompok terdiri atas 16 tanaman sehingga jumlah sampel yakni 384 tanaman.

Aplikasi fungisida dilakukan dengan pengolesan. Sebelum pengolesan dilakukan, terlebih dahulu kulit batang yang terserang atau menunjukkan gejala kanker diserut/dikupas kulitnya hingga bagian yang mengeluarkan lendir berwarna kecoklatan terbuang. Selanjutnya bagian yang diserut/dikupas kulitnya dioleskan pestisida nabati Phymar C SL sesuai perlakuan secara merata dengan menggunakan kuas (pada kontrol tidak dilakukan penyerutan dan pengolesan fungisida). Aplikasi fungisida dilakukan pada bagian batang yang menunjukkan gejala kanker dengan volume pengolesan ditentukan oleh tingkat keparahan tanaman dan luasan permukaan batang yang diserut/dikupas. Aplikasi berikutnya (bila masih memperlihatkan gejala kanker) dilakukan 7 hari setelah aplikasi pertama dan dihentikan apabila luka akibat serutan/pengupasan telah kering dan tidak terlihat lagi adanya lendir kecoklatan yang keluar dari batang terserang. Jumlah pengolesan ditentukan oleh tingkat keparahan dan kesembuhan tanaman yang ditunjukkan oleh ada tidaknya lagi lendir yang masih keluar dari batang terserang. Pengolesan dilakukan satu kali pada perlakuan murni Ph 4 (20 ml/L) dan dua kali pada perlakuan 5, 10, 15 dan 15 ml/L.



Gambar 2. Kulit Batang yang Terserang Kanker Diserut/Dikupas Kulitnya

c. Metode Analisis Data

Hasil pengamatan busuk buah, kanker batang dan kualitas biji ditabulasi sederhana dan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5%, apabila pada ANOVA ternyata perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)

pada taraf kepercayaan 95%, data selanjutnya dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 23. Sedangkan data musuh alami ditabulasi dan diinterpretasikan secara deskriptif.

1. Hama Penggerek buah kakao dan busuk buah

Pengamatan pada hama PBK dan penyakit busuk buah dilakukan pada setiap petak perlakuan dengan memilih 4 tanaman contoh yang letaknya di tengah petak. Metode pengambilan contoh dilakukan sebelum aplikasi dengan terlebih dahulu dipilih 4–10 buah pada batang utama yang berukuran 10–15 cm secara acak, kemudian diberi tanda/label buah yang terpilih. Pengamatan intensitas serangan dilakukan 1 (satu) hari sebelum dilakukan aplikasi dan pada 2 (dua) minggu setelah aplikasi terakhir.

Intensitas serangan pada buah yang diamati dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = intensitas serangan
- a = banyaknya buah terserang
- b = banyaknya buah sehat

2. Penyakit Kanker Batang

Untuk pengamatan penyakit kanker batang dilakukan pada setiap petak perlakuan dengan memilih 4 tanaman contoh yang letaknya di tengah petak secara sengaja berdasarkan gejala kanker yang nampak.

Intensitas serangan kanker batang dihitung dengan cara mengukur luasan bagian batang yang terserang kanker. Dimana persentase kesembuhan kanker batang dihitung dengan persamaan:

$$PK = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- PK = Tingkat kesembuhan (%)
- n = Jumlah tanaman yang sembuh
- N = Jumlah tanaman pada petak pengujian

3. Kualitas Biji

Penentuan kualitas biji biji kakao dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323-2008 dengan penggolongan biji menurut ukuran berat per 100 gram yaitu:

- AA = maksimal 85 biji per 100 gram
- A = 86 – 100 biji per 100 gram
- B = 101 – 110 biji per 100 gram
- C = 111 – 120 biji per 100 gram
- S = > 120 biji per 100 gram

4. Musuh Alami

Pengamatan terhadap musuh alami dilakukan dengan mencatat semua jenis musuh alami (serangga netral yang ditemukan pada lokasi pengamatan).

5. Kriteria Efikasi

Suatu formulasi fungisida dikatakan efektif bila pada pengamatan terakhir (tujuh hari setelah aplikasi terakhir) nilai tingkat efikasi (TE) sekurang-kurangnya 50%, dengan syarat intensitas serangan perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Tingkat efikasi fungisida yang diuji dihitung dengan rumus:

$$TE = (Isk - Isp) (Isk)^{-1} \times 100\%$$

Keterangan:

- TE = Tingkat efikasi
- ISK = Intensitas serangan pada kontrol
- ISP = Intensitas serangan pada perlakuan fungisida

BAB 4. ANALISIS DATA

a. Pengamatan Intensitas Serangan Penyakit Busuk Buah

Data hasil pengamatan intensitas serangan penyakit busuk buah yang telah ditabulasi dan diolah serta ditransformasi untuk analisis ragam guna mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5%. Apabila pada ANOVA, perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Data tersebut dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 23. Adapun data hasil pengamatan intensitas serangan penyakit busuk buah, transformasi, analisis ragam dan uji DMRT ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	94,33	90,10	89,26	86,37	98,25	458,31	91,66
FP1	72,32	75,33	67,44	69,21	82,26	366,56	73,31
FP2	62,85	62,97	65,65	65,38	59,58	316,43	63,29
FP3	36,87	36,56	36,77	35,94	36,88	183,02	36,60
FP4	6,58	6,45	6,53	6,33	5,98	31,87	6,37
Total	272,95	271,41	265,65	263,23	282,95	1356,19	54,25

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Tabel 4. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah Hasil Transformasi Arcsin \sqrt{P}

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	76,22	71,66	70,87	68,33	82,40	369,49	73,90
FP1	58,26	60,22	55,21	56,30	65,09	295,07	59,01
FP2	52,45	52,52	54,12	53,96	50,52	263,56	52,71
FP3	37,39	37,20	37,33	36,83	37,39	186,15	37,23
FP4	14,86	14,71	14,81	14,57	14,15	73,11	14,62
Total	239,18	236,31	232,33	229,99	249,56	1187,38	47,50

Univariate Analysis of Variance Penyakit Busuk Buah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil_BBK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10262,298 ^a	8	1282,787	140,447	,000
Intercept	56393,901	1	56393,901	6174,335	,000
Kelompok	46,493	4	11,623	1,273	,322
Perlakuan	10215,806	4	2553,951	279,622	,000
Error	146,138	16	9,134		
Total	66802,337	25			
Corrected Total	10408,436	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,979)

Post Hoc Tests Perlakuan

Homogeneous Subsets

Hasil_BBK

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset				
		1	2	3	4	5
FP4	5	14,6200				
FP3	5		37,2280			
FP2	5			52,7140		
FP1	5				59,0160	
Kontrol	5					73,8960
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 9,134.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Alpha = 0,05.

Tabel 5. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Intensitas Penyakit Busuk Buah

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)
Kontrol	0,00
FP1	20,02
FP2	30,96
FP3	60,07
FP4	93,05

Sumber: Data Primer Diolah, 2017

b. Pengamatan Intensitas Serangan Hama Penggerek Buah Kakao

Data hasil pengamatan intensitas serangan penggerek buah kakao yang telah ditabulasi dan diolah serta ditransformasi untuk analisis ragam guna mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5%. Apabila pada ANOVA, perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Data tersebut dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 23. Adapun data hasil pengamatan intensitas serangan penggerek buah kakao, transformasi, analisis ragam dan uji DMRT ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 6. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah Kakao

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	90,63	93,75	84,38	93,75	84,38	446,88	89,38
FP1	84,38	87,50	78,13	87,50	90,63	428,13	85,63
FP2	71,88	78,13	68,75	78,13	84,38	381,25	76,25
FP3	37,50	40,63	37,50	34,38	37,50	187,50	37,50
FP4	6,25	6,25	9,38	6,25	6,25	34,38	6,88
Total	290,63	306,25	278,13	300,00	303,13	1.478,13	59,13

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Tabel 7. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah Kakao Hasil Transformasi \sqrt{P}

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	72,17	75,52	66,72	75,52	66,72	356,65	71,33
FP1	66,72	69,30	62,11	69,30	72,17	339,59	67,92
FP2	57,97	62,11	56,01	62,11	66,72	304,93	60,99
FP3	37,76	39,60	37,76	35,90	37,76	188,78	37,76
FP4	14,48	14,48	17,83	14,48	14,48	75,74	15,15
Total	249,10	261,01	240,43	257,30	257,84	1.265,68	50,63

Univariate Analysis of Variance Penggerek Buah Kakao

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil_PBK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11351,923 ^a	8	1418,990	137,934	,000
Intercept	64079,860	1	64079,860	6228,916	,000
Kelompok	55,875	4	13,969	1,358	,292
Perlakuan	11296,048	4	2824,012	274,510	,000
Error	164,600	16	10,287		
Total	75596,383	25			
Corrected Total	11516,523	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,979)

Post Hoc Tests Perlakuan

Homogeneous Subsets

Hasil_PBK

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
FP4	5	15,1500			
FP3	5		37,7560		
FP2	5			60,9840	
FP1	5				67,9200
Kontrol	5				71,3300
Sig.		1,000	1,000	1,000	,112

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10,287.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Alpha = 0,05.

Tabel 8. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Intensitas Penggerek Buah Kakao

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)
Kontrol	0,00
FP1	4,20
FP2	14,69
FP3	58,04
FP4	92,31

Sumber: Data Primer Diolah, 2017

c. Pengamatan Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang

Data hasil pengamatan persentase kesembuhan penyakit kanker batang yang telah ditabulasi dan diolah serta ditransformasi untuk analisis ragam guna mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5%. Apabila pada ANOVA, perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji Duncan Multiple Range Test pada taraf kepercayaan 95%. Data dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 23. Adapun data hasil pengamatan persentase kesembuhan kanker batang, transformasi, analisis ragam dan uji DMRT ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 9. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang

Perlakuan	Ulangan/Kelompok				Total	Rerata
	I	II	III	IV		
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PH1	25,00	0,00	25,00	25,00	75,00	18,75
PH2	25,00	75,00	50,00	50,00	200,00	50,00
PH3	100,00	75,00	50,00	100,00	325,00	81,25
PH4	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
PH5	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Total	350,00	350,00	325,00	375,00	1.400,00	58,33

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Tabel 10. Data Pengamatan Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang Hasil Transformasi Arcsin \sqrt{P}

Perlakuan	Ulangan/Kelompok				Total	Rerata
	I	II	III	IV		
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PH1	30,00	0,00	30,00	30,00	90,00	22,50
PH2	30,00	60,00	45,00	45,00	180,00	45,00
PH3	90,00	60,00	45,00	90,00	285,00	71,25
PH4	90,00	90,00	90,00	90,00	360,00	90,00
PH5	90,00	90,00	90,00	90,00	360,00	90,00
Total	330,00	300,00	300,00	345,00	1275,00	53,13

Univariate Analysis of Variance Kesembuhan Penyakit Kanker Batang

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil_PBK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11351,923 ^a	8	1418,990	137,934	,000
Intercept	64079,860	1	64079,860	6228,916	,000
Kelompok	55,875	4	13,969	1,358	,292
Perlakuan	11296,048	4	2824,012	274,510	,000
Error	164,600	16	10,287		
Total	75596,383	25			
Corrected Total	11516,523	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,979)

Post Hoc Tests Perlakuan

Homogeneous Subsets

Hasil_PBK

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
FP4	5	15,1500			
FP3	5		37,7560		
FP2	5			60,9840	
FP1	5				67,9200
Kontrol	5				71,3300
Sig.		1,000	1,000	1,000	,112

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10,287.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Alpha = 0,05.

Tabel 11. Tingkat Efikasi Phymar C SL pada Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)
Kontrol	0,0
PH1	18,8
PH2	50,0
PH3	81,3
PH4	100,0
PH5	100,0

Sumber: Data Primer Diolah, 2017

d. Pengamatan Kualitas Biji Kakao

Data hasil pengamatan kualitas biji dari pengamatan penyakit busuk buah dan penggerek buah kakao yang telah ditabulasi dan diolah untuk analisis ragam guna mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5%. Apabila pada ANOVA, perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Data dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 23. Adapun data hasil pengamatan kualitas biji, analisis ragam dan uji DMRT ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 12. Data Pengamatan Rata-rata Kualitas Biji Kakao Pada Pengamatan Penyakit Busuk Buah

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	143	128	134	127	131	663	132,6
FP1	111	108	107	112	108	546	109,2
FP2	103	105	102	103	104	517	103,4
FP3	103	100	101	100	102	506	101,2
FP4	87	84	87	86	85	429	85,8
Total	547	525	531	528	530	2.661	106,4

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Univariate Analysis of Variance Kualitas Biji Kakao dari Pengamatan Penyakit Busuk Buah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil_Kualitas Biji_Busuk_Buah_Kakao

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.832,320 ^a	8	729,040	81,095	,000
Intercept	283.236,840	1	283.236,840	31.505,766	,000
Perlakuan	5.773,360	4	1.443,340	160,549	,000
Kelompok	58,960	4	14,740	1,640	,213
Error	143,840	16	8,990		
Total	289.213,000	25			
Corrected Total	5.976,160	24			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,964)

Post Hoc Tests Perlakuan
Homogeneous Subsets

Hasil_Kualitas Biji_Busuk_Buah_Kakao

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
FP4	5	85,80			
FP3	5		101,20		
FP2	5		103,40		
FP1	5			109,20	
Kontrol	5				132,60
Sig.		1,000	,263	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8,990.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Alpha = 0,05.

Tabel 13. Data Pengamatan Rata-rata Kualitas Biji Kakao Pada Pengamatan Penggerek Buah Kakao

Perlakuan	Ulangan/Kelompok					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	145	143	137	136	134	695	139,0
FP1	111	108	107	113	108	547	109,4
FP2	103	105	103	103	105	518	103,8
FP3	104	102	102	102	104	512	102,8
FP4	87	84	87	85	85	427	85,6
Total	549	542	535	539	535	2.699	108,1

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Univariate Analysis of Variance Kualitas Biji Kakao dari Pengamatan Penggerek Buah Kakao

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kualitas_Biji_PBK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7573,680 ^a	8	946,710	144,316	,000
Intercept	292248,360	1	292248,360	44550,055	,000
Kelompok	27,040	4	6,760	1,030	,422
Perlakuan	7546,640	4	1886,660	287,601	,000
Error	104,960	16	6,560		
Total	299927,000	25			
Corrected Total	7678,640	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,979)

**Post Hoc Tests Perlakuan
Homogeneous Subsets**

Kualitas_Biji_PBK

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
FP4	5	85,60			
FP3	5		102,80		
FP2	5		103,80		
FP1	5			109,40	
Kontrol	5				139,00
Sig.		1,000	,546	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 6,560.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Alpha = 0,05.

e. Pengamatan Musuh Alami

Data hasil pengamatan musuh alami ditabulasi dan diinterpretasikan secara deskriptif. Adapun data hasil pengamatan musuh ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 14. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Penyemprotan Penyakit Busuk Buah

Perlakuan	Ulangan/Kelompok				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	Semut Hitam	Tawon	Semut Hitam	Capung	Laba-laba
FP1	Laba-laba	Cocopet	Laba-laba	Capung	Semut Hitam
FP2	Cocopet	Capung	Laba-laba	Semut Hitam	Laba-laba
FP3	Laba-laba	Semut Hitam	Cocopet	Cocopet	Capung
FP4	Semut Hitam	Laba-laba	Capung	Semut Hitam	Tawon

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Tabel 15. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Penyemprotan Penggerek Buah Kakao

Perlakuan	Ulangan/Kelompok				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	Semut Hitam	Semut Hitam	Tawon	Laba-laba	Capung
FP1	Capung	Laba-laba	Cocopet	Semut Hitam	Cocopet
FP2	Laba-laba	Cocopet	Capung	Capung	Semut Hitam
FP3	Cocopet	Capung	Semut Hitam	Tawon	Capung
FP4	Capung	Tawon	Laba-laba	Tawon	Semut Hitam

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

Tabel 16. Data Pengamatan Musuh Alami Pada Perlakuan Pengolesan Penyakit Kanker Batang

Perlakuan	Ulangan/Kelompok			
	I	II	III	IV
Kontrol	Semut Hitam	Capung	Laba-laba	Tawon
PH1	Cocopet	Laba-laba	Tawon	Semut Hitam
PH2	Semut Hitam	Tawon	Cocopet	Laba-laba
PH3	Capung	Laba-laba	Semut Hitam	Cocopet
PH4	Cocopet	Semut Hitam	Laba-laba	Capung
PH5	Capung	Laba-laba	Cocopet	Semut Hitam

Sumber: Data Primer Ditabulasi dan Diolah, 2017

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Gambaran Umum Kakao Konawe

Kabupaten Konawe merupakan salah satu kabupaten yang menjadi sentra pengembangan dan penghasil kakao di Sulawesi Tenggara. Kondisi iklim dan kandungan unsur hara tanah Kabupaten Konawe sangat cocok untuk tanaman kakao. Hampir di setiap kecamatan di Kabupaten Konawe terdapat tanaman ini, mulai dari pegunungan hingga wilayah dataran yang dekat dengan pantai. Masyarakat terutama petani di Kabupaten Konawe masih menggantungkan hidupnya pada komoditi ini disamping komoditi tanaman pangan lain, dimana tanaman kakao sering dijumpai secara monokultur maupun di tanam di sela-sela tanaman kelapa dan durian maupun tumpang sari dengan lada.

Perkembangan tanaman kakao di Kabupaten Konawe dalam 5 tahun terakhir mengalami pasang surut. Luas lahan kakao yang ada tidak berkorelasi positif dengan produksi yang dihasilkan. Pada tahun 2011, luas lahan kakao Konawe 18.408 Ha dengan produksi hanya 9.632 Ton. Pada tahun 2012, luas lahan kakao meningkat yakni 19.577 Ha dan produksinya mengalami peningkatan menjadi 11.999 Ton, pada tahun 2013 luas lahan kakao mengalami penurunan menjadi 19.521 Ha namun produksinya mengalami peningkatan yakni 12.561 Ton. Pada tahun 2014, luas lahan kakao mengalami penurunan drastis, dimana luas lahan kakao yakni 16.088 Ha dengan produksi hanya 10.171,19 Ton. Pada tahun 2015, luas lahan kakao Konawe kembali mengalami penurunan yakni 15.975 Ha dengan produksi yang juga mengalami penurunan menjadi 10.106 Ton. Luas lahan kakao kembali mengalami peningkatan pada tahun 2016 yakni 16.651 Ha dengan produksi sebesar 10.555 Ton (BPS, 2013, 2014, 2015 dan 2016).

Dengan ditetapkannya Kabupaten Konawe sebagai salah satu kawasan kakao nasional melalui Keputusan Menteri Pertanian NO: 46/Kpts/PD.300011/2015, luasan lahan kakao Konawe mengalami peningkatan menjadi 16.651Ha pada tahun 2016. Peningkatan luasan lahan kakao ini diikuti dengan peningkatan produksinya yakni sebanyak 10.555 Ton pada tahun 2016 (BPS, 2017).

Berfluktuasinya produksi kakao Kabupaten Konawe sebagai akibat adanya serangan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang menyerang.

Serangan OPT tersebut menyebabkan penurunan produksi yang sangat signifikan dan bukan hanya terjadi di Kabupaten Konawe namun juga terjadi secara nasional. Beberapa serangan OPT tersebut antara lain Penggerek buah kakao (PBK), *Vascular Streak Dieback* (VSD), Penyakit Busuk Buah Kakao (BBK), dan Penyakit Kanker Batang Kakao. Disamping itu, pengetahuan petani yang kurang dalam membudidayakan kakao pada lokasi yang tidak sesuai teknis budidaya mengakibatkan tanaman menjadi rentan terhadap serangan OPT. Untuk itu, guna meningkatkan produksi kakao Kabupaten Konawe, maka perlu pengendalian OPT yang ramah lingkungan sehingga mengembalikan kejayaan kakao di Kabupaten Konawe secara khusus dan Sulawesi Tenggara secara umum sehingga kakao menjadi primadona petani di Kabupaten Konawe yang telah menjadi sentra pengembangan kakao nasional dalam bingkai program kakao organik yang digalakkan pemerintah.

b. Persentase Kerusakan Buah oleh Penyakit Busuk Buah

Pestisida nabati Phymar C SL pada berbagai konsentrasi memberikan pengaruh terhadap persentase buah terserang oleh penyakit busuk buah kakao, dimana perlakuan terbaik yang dicobakan dapat menurunkan intensitas serangan penyakit busuk buah sampai 6,43%. Gambaran persentase buah terserang oleh penyakit busuk buah pada berbagai konsentrasi tersebut ditampilkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penyakit Busuk Buah

No.	Perlakuan	Intensitas Serangan (%)	Tingkat Efikasi (%)
1.	Kontrol	91,66 a	0,00
2.	5 ml/l	73,31 b	20,02
3.	10 ml/l	63,29 c	30,96
4.	15 ml/l	36,60 d	60,07
5.	20 ml/l	6,37 e	93,05

Keterangan:

1. Data hasil transformasi dengan \sqrt{P} yang dianalisis
2. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Sebagaimana rata-rata persentase buah terserang oleh penyakit busuk buah yang dapat dilihat pada Tabel 17, diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi

pestisida nabati Phymar C SL yang dicobakan semakin efektif menekan terjadinya penyakit busuk buah kakao (BBK). Perlakuan dengan penyemprotan pestisida nabati alami Phymar C SL pada konsentrasi 5 dan 10 ml/L air dapat menurunkan intensitas penyakit busuk buah masing-masing sebesar 73,31% dan 63,29% yang tergolong kedalam kategori serangan agak berat (berada antara 50 – 75%), sedangkan pada perlakuan penyemprotan dengan konsentrasi 15 ml/L air dapat menurunkan intensitas penyakit busuk buah sebesar 36,60% tergolong ke dalam kategori sedang (berada antara 25 – 49%).

Pada perlakuan penyemprotan dengan konsentrasi 20 ml/L air dapat menurunkan intensitas serangan hanya sebesar 6,37% (tergolong kategori serangan sangat ringan), sedangkan pada kontrol (tanpa penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL) menyebabkan kejadian penyakit dengan intensitas serangan 91,66% (tergolong intensitas serangan sangat berat).

Penurunan intensitas serangan penyakit busuk buah dengan penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL pada berbagai konsentrasi tersebut secara statistik menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan, terutama perlakuan 20 ml/L dengan perlakuan lainnya. Demikian juga perlakuan 15 ml/L dengan perlakuan lainnya. Penurunan intensitas serangan penyakit busuk buah dengan penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL dibandingkan kontrol hal ini disebabkan kandungan Phymar C SL yang mengandung senyawa asam anacardat dan fenol yang memiliki sifat anti jamur, bakteri dan anti septik. Sebagaimana Koerniati, *et al.*, (1995) dalam Widaningsih (2008) menyatakan bahwa senyawa kimia seperti asam anacardic (*anacardic acid*) bermanfaat sebagai anti bakteri dan anti septik. Sedangkan senyawa fenol dapat menekan jamur dengan merusak dinding sel, deformasi bentuk morfologi hifa dan konidia (Bevilacqua, *et al.*, 2008).

Di samping, kandungan senyawa yang ada dalam Phymar C SL memiliki kemampuan sebagai penolak (repellent), racun kontak, menghambat peletakkan telur, menghambat pertumbuhan, menurunkan fertilitas serta sebagai anti serangga vektor, sebagaimana kemampuan pestisida nabati yang dilaporkan Harni, dkk., (2014) yang menggunakan minyak cengkeh dan serai wangi.

Berdasarkan tingkat efikasinya, maka penggunaan Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air efektif menekan intensitas serangan oleh penyakit busuk

buah sebesar 93,05%. Sebagaimana dijelaskan Dirjen Prasarana dan Sarana Pertanian (2013) bahwa suatu formulasi pestisida nabati dikatakan efektif bila pada pengamatan terakhir (tujuh hari setelah aplikasi terakhir) nilai tingkat efikasi (TE) sekurang-kurangnya 50%.

c. Persentase Kerusakan Buah oleh Penggerek Buah Kakao

Penyemprotan Pestisida nabati Phymar C SL pada berbagai konsentrasi juga memberikan pengaruh terhadap persentase buah terserang oleh penggerek buah kakao, dimana perlakuan terbaik yang dicobakan dapat menurunkan intensitas serangan penggerek buah kakao sampai 6,88%. Gambaran persentase buah terserang oleh penggerek buah kakao pada berbagai konsentrasi tersebut ditampilkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Rata-rata Persentase Buah Terserang oleh Penggerek Buah Kakao

No.	Perlakuan	Intensitas Serangan (%)	Tingkat Efikasi (%)
1.	Kontrol	89,38 a	0,00
2.	5 ml/l	85,63 a	4,20
3.	10 ml/l	76,25 b	14,69
4.	15 ml/l	37,50 c	58,04
5.	20 ml/l	6,88 d	92,31

Keterangan:

3. Data hasil transformasi dengan $\text{Arcsin } \sqrt{P}$ yang dianalisis
4. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Pada Tabel 18 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida nabati Phymar C SL yang dicobakan semakin efektif menekan penggerek buah kakao (PBK). Perlakuan dengan penyemprotan pestisida nabati alami Phymar C SL pada konsentrasi 10 ml/L air dapat menurunkan intensitas serangan penggerek buah kakao sebesar 76,25% yang tergolong kedalam kategori serangan berat (berada antara 76 – 85%), sedangkan pada perlakuan penyemprotan dengan konsentrasi 15 ml/L air dapat menurunkan intensitas serangan penggerek buah kakao sebesar 37,50% tergolong ke dalam kategori sedang (berada antara 25 – 49%).

Perlakuan penyemprotan pada konsentrasi 20 ml/L air menurunkan intensitas penggerek buah kakao, dimana intensitas serangan yang terjadi hanya sebesar 6.88% (tergolong kategori serangan sangat ringan), sedangkan pada kontrol (tanpa penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL) dan perlakuan pada konsentrasi 5 ml/L air menyebabkan kejadian penyakit dengan intensitas serangan penggerek buah kakao masing-masing sebesar 89.38% dan 85,63% yang tergolong dalam intensitas serangan sangat berat.

Berdasarkan analisis statistik, penurunan intensitas serangan penggerek buah kakao pada berbagai konsentrasi penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan, terutama perlakuan 20 ml/L dengan perlakuan lainnya. Demikian juga perlakuan 15 ml/L dengan perlakuan lainnya. Penurunan intensitas serangan penggerek buah kakao dengan penyemprotan pestisida nabati Phymar C SL dibandingkan kontrol hal ini disebabkan kandungan Phymar C SL yang mengandung senyawa asam anardat dan fenol yang memiliki sifat anti jamur, bakteri dan anti septik. Di samping itu, kandungan senyawa yang ada dalam Phymar C SL memiliki kemampuan sebagai penolak (repellent), racun kontak, menghambat peletakkan telur, menghambat pertumbuhan, menurunkan fertilitas serta sebagai anti serangga vektor, sebagaimana kemampuan pestisida nabati yang dilaporkan Hami, dkk., (2014) yang menggunakan minyak cengkeh dan serai wangi.

Berdasarkan tingkat efikasinya, maka penggunaan Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air efektif menekan intensitas serangan penggerek buah kakao sebesar 92,31%. Sebagaimana dijelaskan Dirjen Prasarana dan Sarana Pertanian (2013) bahwa suatu formulasi pestisida nabati dikatakan efektif bila pada pengamatan terakhir (tujuh hari setelah aplikasi terakhir) nilai tingkat efikasi (TE) sekurang-kurangnya 50%.

d. Persentase Kesembuhan oleh Penyakit Kanker Batang

Pengaruh pemberian pestisida nabati Phymar C SL terhadap persentase kesembuhan kanker batang dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rata-rata Persentase Kesembuhan Penyakit Kanker Batang

No.	Perlakuan	Persentase Kesembuhan (%)	Keterangan	Tingkat Efikasi (%)
1.	Kontrol	0 e	Kulit batang mengalami pembusukan tetap mengeluarkan cairan berwarna merah dan pembusukan makin melebar secara vertikal dan horizontal sampai mengelilingi batang	0,00
2.	5 ml/l	18,75 d	Kulit batang yang mengeluarkan cairan berwarna merah tidak mengalami kesembuhan, terdapat sekitar 45 % luka yang belum kering tetap mengeluarkan cairan berwarna merah.	18,80
3.	10 ml/l	50,00 c	Kulit batang yang diolesi Phymar C SL mengalami pengeringan 55 % setelah 7 hari dan tidak ada cairan merah yang keluar	50,00
4.	15 ml/l	81,25 b	Kulit batang yang diolesi Phymar C SL mengalami pengeringan setelah 7 hari, tidak ada penambahan kerusakan pada jaringan kulit dan batang namun masih ada 15% kulit yang diserut/dikupas masih memperlihatkan gejala kanker.	81,30
5.	20 ml/l	100 a	Kulit batang yang diolesi Phymar C SL mengering setelah hari ke - 4, tidak ada pembusukan batang dan tidak ada penambahan kerusakan jaringan kulit batang.	100,00
6.	Tanpa Pengenceran	100 a	Kulit batang yang diserut dan diolesi Phymar C SL mengering mulai hari ke-2 dan setelah pengolesan tidak ada lagi cairan yang keluar dari batang sehingga aplikasi hanya dilakukan satu kali.	100,00

Keterangan:

1. Data hasil transformasi dengan $\text{Arcsin } \sqrt{P}$ yang dianalisis
2. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 19 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida nabati Phymar C SL yang dicobakan semakin besar tingkat kesembuhan penyakit kanker batang. Pada perlakuan kontrol batang kakao yang mengalami infeksi kulit batangnya mengalami pembusukan dan tetap mengeluarkan cairan berwarna merah dan pembusukan makin melebar ke arah horizontal dan vertikal sampai hampir mengelilingi batang. Pada perlakuan pengolesan Phymar C SL dengan konsentrasi 5 ml/L (Perlakuan Ph 1) kulit batang tetap mengeluarkan cairan berwarna merah dan mengalami kesembuhan hanya 18,75%, luka yang belum mengering dan tetap mengeluarkan cairan berwarna merah.

Pada perlakuan pengolesan Phymar C SL konsentrasi 10 ml (perlakuan Ph2) kulit batang mengalami kesembuhan sebesar 50,00% setelah 7 hari, pada kulit batang belum mengalami kesembuhan kelihatan masih lembab tetapi tidak ada cairan berwarna merah yang keluar. Pada perlakuan pengolesan 15 ml/L (perlakuan Ph3) kesembuhan kanker batang mencapai 81,25% setelah 7 hari, tidak ada penambahan kerusakan jaringan kulit batang namun masih terdapat 15% kulit batang yang memperlihatkan gejala lembab, namun tidak lagi mengeluarkan cairan merah.

Pada perlakuan pengolesan Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L (perlakuan Ph4) kulit batang yang diserut/dikupas mengering 100% setelah 4 hari, tidak ada pembusukan kulit batang dan tidak ada penambahan kerusakan jaringan kulit. Pada perlakuan pengolesan Phymar C SL tanpa pengenceran (perlakuan Ph5) kulit batang yang diserut dan diolesi Phymar C SL mengering 100% setelah hari kedua, setelah pengolesan tidak ada lagi cairan yang keluar dari batang sehingga aplikasi hanya dilakukan satu kali.

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa persentase kesembuhan kanker batang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan, sedangkan perlakuan Ph4 dan Ph5 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan persentase kesembuhan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini dipengaruhi oleh kemampuan kandungan senyawa yang ada dalam Phymar C SL berupa asam anacardat yang memiliki kemampuan sebagai anti jamur (fungistatik) sehingga pada pengolesan dengan konsentrasi yang lebih tinggi kemampuan tersebut lebih besar dan memberikan efek pada tingkat kesembuhan yang lebih baik.

Berdasarkan tingkat efikasinya, maka penggunaan Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L (perlakuan Ph4) dan tanpa pengenceran (perlakuan Ph5) efektif dalam peningkatan kesembuhan penyakit kanker masing-masing sebesar 100,00%. Sebagaimana dijelaskan Dirjen Prasarana dan Sarana Pertanian (2013) bahwa suatu formulasi pestisida nabati dikatakan efektif bila pada pengamatan terakhir (tujuh hari setelah aplikasi terakhir) nilai tingkat efikasi (TE) sekurang-kurangnya 50%. Walaupun pada perlakuan 10 ml/L dan 15 ml/L memiliki TE sebesar 50,00% dan 81,25%, namun konsentrasi tersebut belum efektif memberikan kesembuhan penyakit kanker batang. Hal ini karena setelah 7 hari aplikasi pengolesan masih

mengeluarkan cairan berwarna merah dan masih memperlihatkan gejala kanker batang.

e. Kualitas Biji Kakao

Kualitas biji kakao yang dihasilkan dari perlakuan pestisida nabati Phymar C SL dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Rata-rata Kualitas Biji Kakao Pada Pengamatan Penyakit Busuk Buah

No.	Perlakuan	Jumlah Biji/100 g		Kualitas Biji (SNI)
		Pada Pengamatan Penyakit Busuk Buah	Pada Pengamatan Penggerek Buah Kakao	
1.	Kontrol	133,6 a	139,0 a	S
2.	5 ml/l	109,2 b	109,4 b	B
3.	10 ml/l	103,4 c	103,8 c	B
4.	15 ml/l	101,2 c	102,8 c	B
5.	20 ml/l	85,8 d	85,6 d	A

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Pada Tabel 20, diketahui bahwa penggunaan pestisida nabati Phymar C SL dapat menghasilkan kualitas mutu biji kakao yaitu dari kategori A dan B, sementara pada kontrol biji kakao yang dihasilkan termasuk kualitas S (afkir). Pada Tabel 20 juga dapat diketahui bahwa perlakuan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air, mutu biji kakao yang dihasilkan tergolong kualitas A (86-100 biji /100 gram), sedangkan mutu biji kakao pada perlakuan 5, 10 dan 15 ml/L air mutunya tergolong kualitas B (101 – 109 biji / 100 gram). Hasil produksi biji kakao pada kontrol (tanpa perlakuan pestisida nabati Phymar C SL) termasuk kategori S / kualitas afkir (133 biji/100 gram).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa mutu biji kakao pada perlakuan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 10 ml/L air dan 15 ml/L air tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun

berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 5 ml/L air walaupun mutu biji kakao berada pada level kualitas B.

f. Musuh alami

Jenis musuh alami yang ditemukan pada petak-petak perlakuan uji lapang baik pada lokasi penyemprotan maupun lokasi pengolesan dapat dilihat pada Tabel 21, Tabel 22 dan Tabel 23.

Tabel 21. Jenis-jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Penyemprotan Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora*)

Petak perlakuan penyemprotan	Jenis Musuh Alami	Keterangan
5 ml / L air	- Semut hitam - Laba-laba - Capung - Cocopet	Jarang Jarang Jarang Jarang
10 ml/L air	- Laba-laba - Capung - Semut hitam - Cocopet	Jarang Jarang Jarang Jarang
15 ml/L air	- Laba-laba - Semut hitam - Cocopet - Capung	Jarang Jarang Jarang Jarang
20 ml/L air	- Semut hitam - Laba-laba - Capung - Tawon	Jarang Jarang Jarang Jarang
Kontrol	- Laba-laba - Semut hitam - Capung - Tawon	Jarang Jarang Jarang Jarang

Tabel 22. Jenis-jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Penyemprotan Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)

Petak perlakuan penyemprotan	Jenis Musuh Alami	Keterangan
5 ml / L air	- Capung - Laba-laba - Cocopet - Semut hitam	Jarang Jarang Jarang Jarang

10 ml/L air	- Laba-Laba - Cocopet - Capung - Semut hitam	Jarang Jarang Jarang Jarang
15 ml/L air	- Cocopet - Capung - Semut hitam - Tawon	Jarang Jarang Jarang Jarang
20 ml/L air	- Capung - Tawon - Laba-laba - Semut hitam	Jarang Jarang Jarang Jarang
Kontrol	- Semut hitam - Tawon - Laba-laba - Capung	Jarang Jarang Jarang Jarang

Tabel 23. Jenis-jenis Musuh Alami pada Petak Perlakuan Pengolesan Penyakit Kanker Batang (*Phytophthora palmivora*)

Petak perlakuan pengolesan	Jenis Musuh Alami	Keterangan
5 ml / L air	- Cocopet - Laba-laba - Semut hitam - Tawon	Jarang Jarang Jarang Jarang
10 ml/L air	- Laba-laba - Cocopet - Semut hitam - Tawon	Jarang Jarang Jarang Jarang
15 ml/L air	- Semut hitam - Laba-laba - Cocopet - Capung	Jarang Jarang Jarang Jarang
20 ml/L air	- Cocopet - Laba-laba - Semut hitam - Capung	Jarang Jarang Jarang Jarang
Tanpa pengenceran	- Capung - Laba-laba - Semut hitam - Cocopet	Jarang Jarang Jarang Jarang
Kontrol	- Semut hitam - Laba-laba - Tawon - Capung	Jarang Jarang Jarang Jarang

Dari Tabel 21, 22 dan Tabel 23 tersebut di atas dapat diketahui bahwa ekosistem kebun petak-petak percobaan, baik petak penyemprotan untuk pengendalian penyakit busuk buah kakao dan penggerek buah kakao maupun petak pengolesan untuk pengendalian kanker batang semua dijumpai adanya beberapa jenis musuh alami/serangga netral namun posisinya masih rendah/jarang. Populasi musuh alami masih rendah/jarang disebabkan karena pada musim berbuah kakao tahun lalu kebun lokasi penelitian masih mengaplikasikan pestisida kimia organik sintetik seperti: Acodan, Alica, Matador, Capture, 505 dll untuk pengendalian hama penggerek buah kakao dan fungisida tembaga (Cu), Dithane M 45 (Mankozeb), Amistartop, Revus dll untuk pengendalian penyakit busuk buah pada tanaman kakao.

g. Analisis Biaya Pengendalian

Analisis biaya pengendalian busuk buah kakao dan kanker batang dengan pestisida nabati Phymar C SL dibandingkan dengan fungisida kimia sistemik menggunakan asumsi sebagai berikut:

- Spesifikasi : luas lahan 1 (satu) Ha
- Pola tanam : monokultur
- Aplikasi : - Fungisida kimia sistemik yakni 6 kali/musim
- Pestisida nabati Phymar C SL yakni 9 kali/musim

1. Biaya Pengendalian

a) Pengendalian Penyakit Busuk Buah dan Penggerek Buah Kakao

1) Fungisida Kimia Sistemik

- Sprayer 1 buah @ Rp. 500.000,-	= Rp. 500.000,-
- Fungisida Kimia (Amistartop) 6 liter x Rp. 680.000	= Rp. 4.080.000,-
- Penyemprotan 6 x Rp. 150.000	= Rp. 900.000,-
Total	= Rp. 5.480.000,-

2) Pestisida nabati Phymar C SL

- Sprayer 1 buah @ Rp. 500.000,-	= Rp. 500.000,-
- Pestisida nabati (Phymar C SL) 9 liter x Rp. 35.000	= Rp. 315.000,-
- Penyemprotan 9 x Rp. 150.000	= Rp. 1.350.000,-
Total	= Rp. 2.165.000,-

b) Pengendalian Penyakit Kanker Batang Kakao

1) Fungisida Kimia Sistemik

- Sprayer 1 buah @ Rp. 500.000,-	= Rp. 500.000,-
- Fungisida Kimia (Amistartop) 6 liter x Rp. 680.000	= Rp. 4.080.000,-
- Penyemprotan 6 x Rp. 150.000	= Rp. 900.000,-
Total	= Rp. 5.480.000,-

2) Pestisida nabati Phymar C SL

- Kuas 1 buah @ Rp. 20.000,-	= Rp. 20.000,-
- Pestisida nabati (Phymar C SL) 9 liter x Rp. 35.000	= Rp. 315.000,-
- Penyerutan dan penguasan 9 x Rp. 200.000	= Rp. 1.800.000,-
Total	= Rp. 2.135.000,-

2. Keuntungan

a) Pengendalian Penyakit Busuk Buah dan Penggerek Buah Kakao

$$= \text{Rp. } 5.480.000 - \text{Rp. } 2.165.000$$
$$= \text{Rp. } 3.315.000/\text{Ha}$$

b) Pengendalian Penyakit Kanker Batang Kakao

$$= \text{Rp. } 5.480.000 - \text{Rp. } 2.135.000$$
$$= \text{Rp. } 3.345.000/\text{Ha}$$

Biaya pengendalian dengan menggunakan pestisida nabati Phymar C SL lebih murah bila dibandingkan dengan fungisida kimia sistemik (Amistartop). Untuk pengendalian penyakit busuk buah kakao, petani dapat menghemat Rp. 3.315.000,-/Ha dengan menggunakan pestisida nabati Phymar C SL. Sedangkan untuk pengendalian penyakit kanker batang kakao, petani dapat menghemat Rp. 3.345.000,-/Ha dengan menggunakan pestisida nabati Phymar C SL. Disamping itu, keuntungan ikutan (eksternalitas) yang didapat petani dengan menggunakan pestisida nabati Phymar C SL yakni produk biji kakao bebas residu pestisida sehingga memenuhi syarat di pasar global, pencemaran lingkungan dapat dihindari, musuh alami di kebun kakao berkembang serta petani dapat terhindar dari penyakit akibat inhalasi zat kimia yang terkandung dari pestisida yang digunakan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

1. Penggunaan pestisida nabati Phymar C SL dapat mengendalikan penyakit busuk buah, penggerek buah kakao dan kanker batang kakao, dimana semakin tinggi konsentrasi yang digunakan semakin efektif dalam mengendalikan penyakit busuk buah, penggerek buah kakao dan kanker batang kakao.
2. Pestisida nabati Phymar C SL pada konsentrasi 20 ml/L air efektif menurunkan intensitas serangan penyakit busuk buah dan penggerek buah kakao menjadi kategori serangan sangat ringan yakni masing-masing intensitas serangan hanya sebesar 6,37% dan 6,88%.
3. Pada perlakuan pengolesan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air (Ph4) dan tanpa pengenceran (Ph5) kulit batang mengalami kesembuhan 100,00% setelah masing-masing 4 dan 2 hari, dengan satu kali pengolesan/aplikasi.
4. Penggunaan pestisida nabati Phymar C SL efektif meningkatkan kualitas biji kakao dari kualitas S menjadi kualitas A dan kualitas B.
5. Penggunaan pestisida nabati Phymar C SL efektif mengendalikan penyakit busuk dan penggerek buah kakao pada konsentrasi 20 ml/L air dengan tingkat efikasi 93,05% dan 92,31%. Sedangkan untuk mengendalikan penyakit kanker batang yakni dengan pengolesan pestisida nabati Phymar C SL pada konsentrasi 20 ml/L air (Ph4) dan tanpa pengenceran (Ph5) dengan tingkat efikasi 100,00%, dimana kulit batang mengalami kesembuhan 100,00% setelah masing-masing dalam 4 dan 2 hari, dengan satu kali pengolesan/aplikasi.

b. Saran

- Berdasarkan hasil penelitian ini yang memperlihatkan bahwa penggunaan pestisida nabati Phymar C SL dengan konsentrasi 20 ml/L air efektif menekan intensitas serangan penyakit busuk buah dan penggerek buah kakao sehingga mutu biji kakao yang dihasilkan juga lebih baik yakni dari kualitas B, C dan S (Apkir) menjadi kualitas A.
- Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pestisida nabati Phymar C SL yang merupakan fungisida ramah lingkungan sehingga untuk menunjang program

kakao organik, maka pestisida nabati Phymar C SL merupakan alternatif yang bisa digunakan dalam pengendalian penyakit busuk buah, penggerek buah kakao dan kanker batang kakao.

- Perlunya Rekomendasi dari PEMDA Kabupaten Konawe untuk menggunakan pestisida nabati Phymar C SL dalam pengendalian OPT kakao khususnya penyakit busuk buah, penggerek buah kakao dan kanker batang kakao sehingga sejalan dengan program kakao organik yang digalakkan pemerintah sekaligus menjadikan kakao menjadi primadona petani di Kabupaten Konawe.

DAFTAR PUSTAKA

- Acebo-Guerrero, Y., A. Hernández-Rodríguez, M. Heydrich-Pérez, M. El Jaziri, and A.N. HernándezLauzardo. 2012. Management of black pod rot in Cacao (L.): A review. *Fruits* 67.1: 41-48. Print
- Agustin, L. F., S. Abdoellah dan C. Bowo, 2010. Pemanfaatan kompos sabut kelapa dan zeolit sebagai campuran tanah untuk media pertumbuhan bibit kakao pada beberapa tingkat ketersediaan air. *Pelita Perkebunan*. Volume 26. No 1 : 12-24
- Alexopoulos , C. J. , C. W. Mims , and M. Blackwell . 1996 . *Introductory Mycology*. Wiley, New York, USA.
- Ali, M., F. Puspita, dan M.M siburian. 2012. Uji Beberapa konsentrasi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum capsici* pada buah cabai merah pascapanen. *Agricultural Science and Technology* Vol. 11(2): 1-16
- Bande, LS, HS Gusnawaty Mariadi dan Nuriadi. 2016. Formulasi pestisida nabati untuk pengendalian hama penggerek buah dan penyakit busuk buah kakao. Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Universitas Haluoleo, Kendari.
- Benidiktus, S. 2010. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao. www.ideelok.com/budidaya-tanaman/kakao. Diakses tanggal 4 Januari 2017
- Bevilacqua A., Corbo, M. R., & Sinigaglia, M. 2008. Inhibition of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores by natural compounds. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43, 1271-1275.
- BPS, 2013. *Kabupaten Konawe Dalam Angka 2013*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe.
- BPS, 2014. *Kabupaten Konawe Dalam Angka 2014*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe.
- BPS, 2015. *Kabupaten Konawe Dalam Angka 2015*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe.
- BPS, 2016. *Kabupaten Konawe Dalam Angka 2016*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe.
- BPS, 2017. *Kabupaten Konawe Dalam Angka 2017*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe.
- CABI 2016. Improved Management Strategies for Cocoa in Papua New Guinea. The Centre for Agriculture and Biosciences International
- Cornelius, J.A. 1966. Chesew Nut Shell Liquid and Related materials. *Tropical Science*. UK.79-84 p
- Dadang dan D. Priyono. 2008. *Insektisida Nabati, Prinsip, Pemanfaatan dan Pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor
- Daryanto. 2007. Analisis daya saing kakao indonesia di pasar internasional [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor

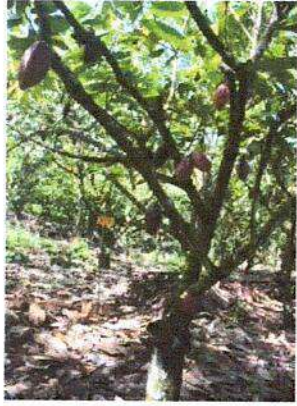
- Dirjen Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2014–2016*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Dirjen Prasarana dan Sarana Pertanian, 2013. *Metode Standar Pengujian Efikasi Fungisida*. Kementerian Pertanian RI
- Doss, R.P. and Welty, R.E., 1995. A polymerase chain reaction-based procedure for detection of *Acremonium coenophyllum* in tall fescue. *Phytopathol* 85 ; 913-914
- Drenth, A. & B. Sendall 2001. Practical Guide to Detection and Identification of *Phytophthora*. Version 1.0. CRC for Tropical Plant Protection, Brisbane, Australia.
- Drenth, A. and D.I. Guest. 2004. *Phytophthora* in the Tropic. In A. Drenth and D.I. Guest (Eds.). Diversity and Management of *Phytophthora* in Southeast Asia. *ACIAR Monograph* No.114: 30-41
- Erwin, D.C. and Ribiero, O.K., 1996. *Phytophthora Disease Worldwide*. Minnesota. APS Press.
- FAO, 2015. Chocolate Stats. www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-chocolate-en.pdf. Food and Agriculture Organization. Diakses tanggal 4 Januari 2017
- Firdausil, AB, Nasriati dan A. Yani. 2008. *Teknologi Budidaya Kakao*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Guest, D. 2007. "Black pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield", *Phytopathology* 97, 1650-1653
- Harni R, Taufiq E, dan Amaria W., 2014. Pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap penyakit busuk buah kakao. *J.TIDP (1)*, 41-48.
- ICCO, 2017. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLIII, No. 2. Cocoa year 2016/17. The International Cocoa Organization
- Kardinan A. 2011. Penggunaan pestisida nabati sebagai kearifan lokal dalam pengendalian hama tanaman menuju sistem pertanian organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(4): 262-278
- Kardinan, A. dan E.A. Wikardi. 1997. Pengaruh ekstrak akar tuba terhadap imago dan telur *Callosobruchus analis*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 3(1): 13-19.
- Mariadi dan HS Gusnawaty. 2012. Uji Efektifitas pestisida nabati Phymar C untuk mengendalikan penyakit busuk buah dan kanker batang pada tanaman kakao di Kabupaten Konawe. *AGRIPLUS*, Vol. 22 : 183-188
- Mariadi dan HS Gusnawaty. 2012. Uji Lapang Pengendalian Hama PBK, Penyakit Busuk Buah dan Kanker Batang Tanaman Kakao dengan Pestisida Nabati. Kerjasama Dinas Perkebunan dan Kehutanan Provinsi Sulawesi Tenggara dengan Lembaga Penelitian UHO.

- Mariadi, 2004. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama Penyakit Kakao, Disampaikan pada pertemuan Kampanye Penyuluhan Strategis (KPS) di Aula UPTD-IPP Kabupaten Kolaka tanggal 23 Desember 2004, Bagian Proyek Dafeb T.A. 2004.
- Mariadi, 2005. Uji Lapang Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*) dengan Ramuan Pestisida Nabati. Kerjasama LPP Unhalu dengan P4T Departemen Pendidikan Nasional, 37 halaman.
- Mariadi, 2008. Pestisida Nabati Sebagai Alternatif Untuk Produksi Kakao Bebas Pestisida. Disampaikan Pada Kegiatan Pelatihan Pembuatan dan Teknik Aplikasi Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama PBK pada Tanaman Perkebunan di Kabupaten Kolaka Utara, tanggal 21 - 22 Mei 2008 di Lasusua
- Mariadi, HS Gusnawaty, Nuriadi dan P Arimbawa. 2014. Action Research: Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*) dengan Pestisida Nabati Asap Cair Tempurung Kelapa (*Liquid Smoke*) di Sulawesi Tenggara. Badan Penelitian dan Pengembangan Provisinsi Sulawesi Tenggara.
- Pranowo D. 2012. Peremajaan Kakao (*Theobroma cacao* L.) Melalui Teknik Sambung Samping. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Jawa Barat.
- Pujiyanto. 2004. Perbaikan status bahan organik tanah perkebunan kakao dengan tanaman penutup tanah. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 20(2), 63 – 76
- Purwantara, A., Manohara, D., and Warokka, J. S., 2004. Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia :Phytophthora Disease In Indonesia, Australian Centre for International Agricultural Research ACIAR Monograph 114, (4) : 70-75.
- Regazzoni, O., Y. Sugito; A. Suryanto dan A.A. Prawoto. 2014. Karakteristik fisiologi klon-klon kakao (*Theobroma cacao* L.) dibawah tiga spesies tanaman penangung. *Pelita Perkebunan*,30, 23–34.
- Regnault-Roger C. 2005. New insecticides of plant origin for the third millenium?. In: Regnault-Roger , Philogene C, Vincent. C, editors. Biopesticides of plant Origin. Lavoisier Publishing Inc. p 17-35
- Rosmana A., Shepard M., Hebbar P., & Mustari A. 2010. Control of cocoa pod borer and phytophthora pod rot using degradable plastic pod sleeves and a nematode (*Steinernema carpocapse*). *Indonesian Journal Of Agricultural science* 11 (2), 2010 : 41-47
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan Di Indonesia*. Cet.keempat (revisi). Gadjah Mada University Press.382-385.
- Sintia, M. 2006. Mengenal pestisida nabati skala rumah tangga untuk mengendalikan hama-tanaman.<http://www.kebonkembang.com/serbaserbi-rubrik-44/161-mengenal-pestisida-nabati-skala-rumah-tangga-untuk-mengendalikan-hama-tanaman.html>. Diakses tanggal 4 Januari 2017

- Siregar, T.H.S., Slamet Riyadi dan Laeli Nuraeni. 2009. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Cokelat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Soepardi, G. 2009. *Pemupukan Berdasarkan sifat dan Ciri Tanah*. Departemen IlmuTanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Suryaningsih, E dan W.W. Hadisoeganda. 2004. *Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Pada Tanaman Sayuran*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Lembang, Bandung.
- Sumaryo dan Suryono. 2000. Pengaruh dosis pupuk dolomit dan SP36 terhadap jumlah bintil akar dan hasil tanaman kacang tanah di tanah latosol. *J Agrosains*. 2(2): 54-58.
- Susilo, A.W., Sulistyowati E. dan Mufrihati. 2004. Eksplorasi genotipe kakao tahan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). *Pelita Perkebunan* 20(1): 1-12.
- Vanegtern, B., Rigers, M., dan S. Nelson. 2015. Black Pod Rot of Cacao Caused by *Phytophthora palmivora*. Published by the College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR) and issued in furtherance of Cooperative Extension work, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, under the Director/Dean, Cooperative Extension Service/CTAHR, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, Hawai'i 96822. Copyright 2014, University of Hawai'i. <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-108.pdf>. Diakses tanggal 4 Januari 2017
- Wahyudi T., Panggabean T.R., dan Pujiyanto. 2008. *Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Widaningsih.2008. Efektivitas Penghambatan Seresah *Anacardium Occidentale*, Manihot Esculenta Dan Curcuma Domestica Terhadap Potensial Nitrifikasi Dan Bakteri Nitrifikasi Di Alfisols Jumantono. [Skripsi]. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- www.worldatlas.com/articles/top-10-cocoa-producing-countries.html. Diakses tanggal 4 Januari 2017

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kebun Kakao Lokasi Penelitian



Lampiran 2. Lokasi Plot Penelitian



Pohon Kontrol (Tanpa Perlakuan)



Pemasangan Tali Rafiah Plot Penelitian

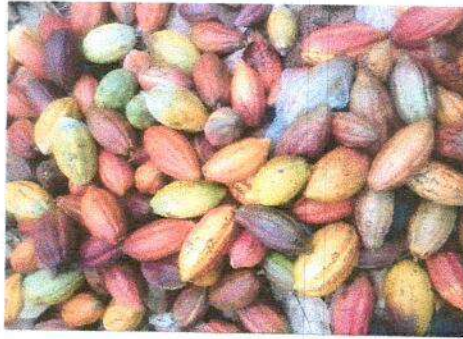


Plot Pengamatan
Penyakit Busuk Buah Kakao



Plot Pengamatan
Penggerek Buah Kakao

Lampiran 3. Buah Panen



Buah Panen dari Perlakuan



Buah Terserang Penyakit Busuk Buah Kakao



Buah Terserang Penggerek Buah Kakao



Hasil Panen Buah dengan Penggunaan Pestisida Nabati Phymar C SL pada Plot Penyakit Busuk Buah Kakao



Hasil Panen Buah dengan Penggunaan Pestisida Nabati Phymar C SL pada Plot Penggerek Buah Kakao

Lampiran 4. Pohon Kakao yang Terserang Kanker Batang



Kulit Batang Kakao yang Terserang Diserut/Dikupas Kulitnya



Batang Kakao yang Telah Diserut/Dikupas Kulitnya

Lampiran 5. Aplikasi Pengawasan Phymar C SL pada Batang Kakao yang Terserang Kanker Batang



Batang Kakao yang Telah Diolesi Dengan Phymar C SL



Batang Kakao yang Sembuh Setelah Pengolesan dengan Phymar C SL

Lampiran 7. Kualitas Biji



Biji Kualitas S (Kontrol)



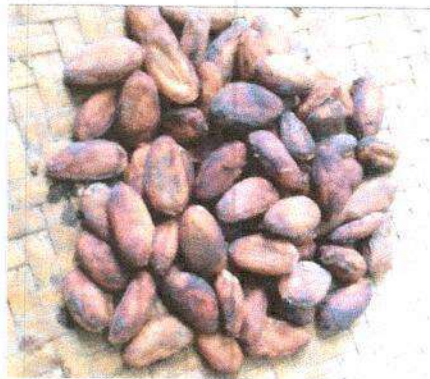
Biji Kualitas B (5 ml/l)



Biji Kualitas B (10 ml/l)



Biji Kualitas B (15 ml/l)



Biji Kualitas A (20 ml/l)