

IMPLEMENTASI SISTEM INTEGRASI PERTANIAN-ENERGI BERBASIS LIMBAH PERKEBUNAN DENGAN SUMBER DAYA HAYATI DI SULAWESI TENGGARA

Implementation of Integrated Agriculture-Energy System Based on Plantation Waste with Biological Resources in Southeast Sulawesi

Rusdi

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara
Jl. Prof. Muh. Yamin No. 89, Puuwatu, Kendari 93114
E-mail: udit507@yahoo.co.id

ABSTRACT

The use of production technology with ecological approach or environmentally friendly technology has proven to support the improvement of soil fertility and reduce land degradation from erosion and runoff and also be able to suppress pest attacks, resulting farm sustainability and increased farm income. One of the technologies that have been adopted by farmers in the Southeast Sulawesi is the utilization of energy resource based on plantation waste using bioproduct from biological agents, namely biocontrol technology, and biopesticide from the fungi classes, namely *Aspergillus niger* and *Trichoderma*. *Aspergillus niger* is used in the fermentation of cocoa pod to lower crude fiber content and neutralize theobromine levels, and thereby increasing protein content needed by cattle. *Trichoderma* is used to control stem rot disease for pepper plants. The materials used in producing *Aspergillus niger* consist of *Aspergillus niger* isolate 0.5 % and carrier media (Urea 1% + SP-36 0.25% + 0.25% KCl + sugar 1% + 10 liters of water), while materials used in producing *Trichoderma* consist of *Trichoderma* isolate 10% and carrier media (rice bran 30% + wood powder 30% + reed grass 30%). Laboratory test results showed a remarkable difference in crude fiber content between cacao pod fermented without *Aspergillus niger* and cacao pod fermented using *Aspergillus niger*, i.e., 33.70% and 3.89%, respectively, or a 29.81% reduction in crude fiber content. Aside from that, protein content increased from 7.40% without *Aspergillus niger* to 13.88% with *Aspergillus niger*. Meanwhile, field assessment indicated that after 2 years of application *Trichoderma* was able to reduce intensity of stem rot disease attack by 40%.

Keywords: *integrasi, plantation waste, biological resources*

ABSTRAK

Penggunaan teknologi produksi dengan pendekatan ekologi atau disebut teknologi ramah lingkungan adalah teknologi pemanfaatan sumber daya energi dari satu subsistem usahatani terpadu, saling menguntungkan, dan menghasilkan produk terbarukan yang bernilai ekonomi. Teknologi tersebut terbukti mampu mendukung peningkatan kesuburan tanah dan mengurangi degradasi lahan akibat erosi dan aliran permukaan dan mampu menekan serangan organisme pengganggu tanaman, sehingga ada keberlanjutan dan peningkatan pendapatan usahatani. Salah satu teknologi yang telah diterapkan oleh petani di Sulawesi Tenggara menyangkut pemanfaatan sumber daya energi berbasis limbah perkebunan dan bioproduct dari agen hayati adalah teknologi biokontrol dan biopestisida dari golongan jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma*. *Aspergillus niger* digunakan pada fermentasi cangkang kakao untuk menurunkan kadar serat kasar dan menetralkan kadar *theobromine* sehingga meningkatkan kadar nutrisi protein yang dibutuhkan oleh ternak sapi. *Trichoderma* digunakan untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada. Bahan untuk memproduksi *Aspergillus niger* terdiri dari isolat *Aspergillus niger* 0,5% dan media pembawa (Urea 1% + SP-36 0,25% + KCl 0,25% + gula pasir 1% + air 10 liter), sedangkan bahan untuk memproduksi *Trichoderma* terdiri dari isolat *Trichoderma* 10% dan media pembawa (dedak 30% + serbuk gergaji 30% + rumput alang-alang 30%). Berdasarkan hasil uji laboratorium diperoleh kandungan serat kasar yang difermentasi tanpa *Aspergillus niger* adalah 33,70%, sedangkan yang fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* adalah 3,89% atau turun sebesar 29,81%. Di samping itu, kandungan protein meningkat dari 7,40% tanpa *Aspergillus niger* menjadi 13,88% dengan *Aspergillus niger*. Sementara, kajian di lapangan menunjukkan bahwa biopestisida *Trichoderma* setelah 2 tahun aplikasi mampu menurunkan intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang sebesar 40%.

Kata kunci: *integrasi, limbah perkebunan, sumber daya hayati*

PENDAHULUAN

Program intensifikasi dan perluasan areal tanam memang telah mampu mendorong perekonomian petani karena program atau kegiatan tersebut dalam pengelolaannya menggunakan input produksi dari bahan kimia anorganik seperti pupuk dan pestisida yang kerap kali berlebihan, tidak selektif, dan tidak spesifik lokasi, serta penggunaan varietas-varietas yang responsif terhadap dosis pupuk anorganik yang tinggi. Sistem produksi dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) telah memberikan dampak negatif terhadap keberlanjutan usaha tani karena menyebabkan terjadinya degradasi lahan, resistensi hama dan penyakit, pencemaran lingkungan serta residu pestisida.

Di sisi lain, dengan tuntutan anjuran teknologi yang memberikan pemahaman kepada petani untuk mencapai target produksi, tidak ada pilihan lain kecuali mengikuti anjuran teknologi. Diperlukan pembekalan dan pemahaman petani, khususnya tentang pentingnya pelestarian lingkungan usaha tani, dalam menghasilkan produk pangan dengan produksi optimal dan mutu yang dapat diterima oleh konsumen.

Pengembangan teknologi sistem produksi tanpa menguras sumber daya alam, atau juga disebut proses produksi ramah lingkungan adalah teknologi produksi terpadu melalui pendekatan secara ekologi seperti sistem pertanian organik, rendah input anorganik, teknologi alternatif, regenerasi dan bioproduk hayati. Pendekatan pertanian terpadu atau terintegrasi yang melibatkan tanaman dan ternak sudah diterapkan oleh petani di Indonesia sejak mereka mengenal pertanian, namun penerapannya masih secara tradisional, tanpa memperhitungkan untung rugi, baik secara finansial maupun dalam konteks pelestarian lingkungan hidup (Fagi *et al.*, 2004). Dalam perkembangannya konsep ini terdifusi kepada pemanfaatan sumber daya energi dari satu subsistem usaha tani yang terpadu dan saling menguntungkan serta menghasilkan produk yang terbarukan yang bernilai ekonomi, yang dikenal dengan pola *zero waste*.

Menurut Setiawati (2009), penerapan teknologi pola *zero waste* tersebut terbukti mampu mendukung peningkatan kesuburan tanah dan mengurangi degradasi lahan dari akibat erosi dan aliran permukaan, dan mampu menekan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman budi daya, sehingga adanya keberlanjutan dan peningkatan pendapatan usaha tani.

Menurut Lubis *et al.* (1991) penyertaan ternak dalam usaha tani memungkinkan petani untuk menambah nilai produk, efisiensi tenaga kerja, dan mengurangi peluang terjadinya risiko. Penggunaan pupuk kandang bukan saja merupakan bentuk pendaurulangan sumber daya energi (nutrisi), tetapi juga bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, sehingga dapat meminimalkan aliran permukaan dan menekan erosi tanah. Selanjutnya, penanganan kultur teknis lahan yang lebih bervariasi juga dapat meningkatkan keragaman hayati.

Pemanfaatan limbah perkebunan seperti limbah kakao telah mendapat perhatian besar dalam upaya untuk menutupi berkurangnya pasokan hijauan daun sebagai bahan utama pakan ternak. Sulawesi Tenggara sebagai salah satu sentra produksi kakao di Indonesia, berpeluang untuk pengembangan usaha pemanfaatan limbah perkebunan dari cangkang (*cangkang/pod*) kakao sebagai pakan alternatif ternak sapi. Luas lahan tanaman kakao di Sulawesi Tenggara pada tahun 2013 tercatat kurang lebih 250 ribu ha, dengan produktivitas 1,3 ton per ha. Dari produksi buah tersebut, kurang lebih 35% adalah cangkang kakao yang berpotensi untuk dijadikan pakan ternak alternatif (Rusdin *et al.*, 2013).

Animo petani di Sulawesi Tenggara terhadap pengolahan cangkang kakao menjadi pakan ternak cukup tinggi. Hal tersebut karena cangkang kakao yang merupakan limbah ketika pembelahan buah untuk mengambil bijinya, tersedia melimpah dan menciptakan kondisi lingkungan yang lembab, sehingga kalau tidak diolah menjadi produk yang bermanfaat akan memicu timbulnya nematoda hama/penyakit. Kendatipun semangat untuk mengolah cangkang kakao menjadi produk yang bernilai. Namun, awalnya petani dihadapkan pada permasalahan teknologi. Sebagaimana diketahui, berdasarkan hasil penelitian bahwa cangkang kakao mengandung serat kasar yang cukup tinggi, protein rendah, dan mengandung zat anti nutrisi *theobromin*, sehingga diperlukan teknologi pengolahan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan menetralkan kandungan anti nutrisi *theobromin*.

sebelum menjadi pakan ternak. Oleh karena itu, BPTP Sulawesi Tenggara turut andil dan tetap proaktif memecahkan permasalahan di tingkat petani kakao Sulawesi Tenggara.

Selain permasalahan di tingkat petani kakao, petani lada juga sangat mengharapkan adanya teknologi pengendalian penyakit busuk pangkal batang/akar karena teknologi tersebut belum sampai ke tingkat petani. Satu-satunya upaya petani dalam mempertahankan eksistensi lada agar tetap sebagai komoditas penopang ekonomi yang produktif adalah mengganti tanaman yang mati dengan bibit lada baru. Teknik penyediaan bibit bermutu untuk mengganti tanaman yang mati di tingkat petani belum ditemukan secara khusus. Petani memperoleh bibit dari hasil panen sendiri atau dari petani lain yang tidak terjamin mutunya karena diambil dari tanaman yang lokasinya endemik *Phytophthora capsici* (Wahyuno *et al.*, 2007), penyebab penyakit busuk pangkal batang lada di Sulawesi Tenggara.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang adalah kombinasi perlakuan teknik budi daya yang sehat dan aplikasi agensia hayati *Trichoderma*. Pengendalian dengan cara tersebut relatif aman dari sisi ekologi dan hampir bisa dilakukan oleh semua kelompok tani. Pengembangan dan penggunaan agen hayati *Trichoderma* dalam bentuk produk kompos dan biofungisida telah berkembang di beberapa kelompok tani lada di Kabupaten Konawe Selatan. Hal ini selaras dengan tuntutan lingkungan global, khususnya pelestarian lingkungan yang lebih mengutamakan peran agen hayati daripada menggunakan pestisida sintesis yang dapat merusak lingkungan di dalam pengelolaan pertanian.

Pemanfaatan sumber daya energi untuk menghasilkan produk yang bermanfaat dalam upaya pemecahan masalah di tingkat petani, khususnya petani kakao dan lada di Sulawesi Tenggara adalah pengembangan sumber daya agen hayati dari golongan jamur *Aspergillus niger* dan jamur antagonis *Trichoderma* sp. Pemanfaatan *Aspergillus niger* di tingkat petani adalah pada pembuatan pakan ternak alternatif dari cangkang kakao, yakni pada proses fermentasi untuk menurunkan kandungan serat yang tinggi dan menetralkan kandungan *theobromin* yang diketahui menghambat penyerapan nutrisi penting seperti protein dari cangkang kakao. Selanjutnya, pemanfaatan jamur antagonis *Trichoderma* sp. adalah pada pembuatan biopestisida untuk penanggulangan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada.

METODE PENELITIAN

Pengembangan *Aspergillus niger*

Aspergillus niger yang dikembangkan di Sulawesi Tenggara berawal pada tahun 2010, di mana sumber isolatnya berasal dari Puslit Koka Jember. Selanjutnya dikembangkan di Laboratorium BPTP Sulawesi Tenggara dalam bentuk formulasi cair dengan komponen pembawa terdiri dari: Urea 1%, SP-36 0,25%, KCl 0,25%, gula 1%, dan starter/isolat *Aspergillus niger* 0,5%.

Prosedur pembuatan mencakup pelarutan komponen pembawa dalam air mineral (AQUA) sebanyak 10 liter dalam bak beraerator. Dilanjutkan dengan fermentasi secara aerob yakni dengan pengaliran oksigen (O₂) melalui Aerator selama 36-48 jam. Untuk memastikan keaktifan dari jamur *Aspergillus niger* dapat diketahui dari konsentrasi (kerapatan koloni) optimal dari larutan pembawa yang ditandai dengan tidak adanya lagi buih/busa pada larutan kendatipun dialirkan oksigen. Aplikasi dosis penggunaan untuk fermentasi cangkang kakao adalah 1,0 liter/9 liter air.

Pengembangan Pakan Ternak Alternatif dari Cangkang Kakao

Pakan ternak alternatif dari cangkang kakao dikembangkan dengan cara fermentasi menggunakan biokontrol jamur *Aspergillus niger*. Prosedur fermentasi cangkang kakao dilakukan dengan cara cangkang kakao segar diambil dari hasil panen buah yang sehat, maksimal 3 hari setelah pembelahan buah. Cangkang kakao dicacah dengan menggunakan parang. Cacahan cangkang dikumpul dan disebar merata pada permukaan terpal. Selanjutnya diisolasi dengan cara penyemprotan 1,0 liter *Aspergillus niger*/9 liter air secara merata menggunakan sprayer.

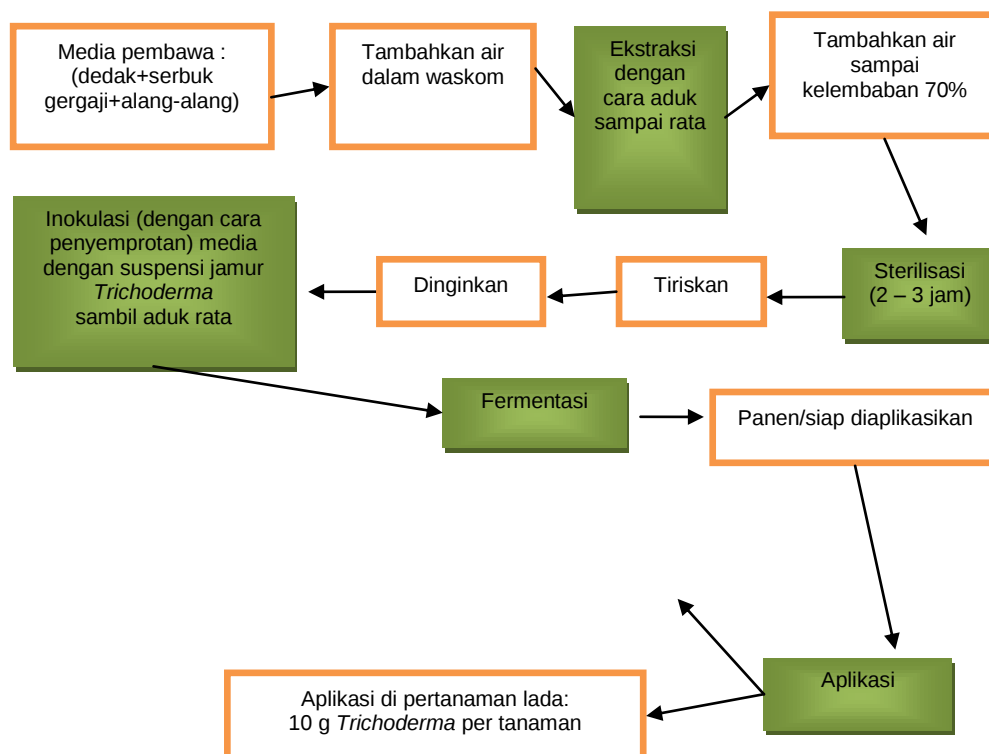
Perbandingan cangkang kakao dengan *Aspergillus niger* adalah 20 : 1 atau untuk setiap 20 kilogram cangkang kakao segar diaplikasikan 1 liter larutan *Aspergillus niger*. Kemudian, cacahan dimasukkan dalam karung plastik dan ditutup rapat, selanjutnya difermentasi selama 1 minggu. Hasil fermentasi cangkang dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2–3 hari, selanjutnya digiling menjadi tepung dan dikemas dalam kemasan plastik. Prosedur kerja dilakukan secara aseptik terhadap semua peralatan yang digunakan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kontaminasi yang dapat menggagalkan keberhasilan produk.

Produk pakan yang dihasilkan selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan nutrisinya. Analisis menggunakan metode gravimetri dan volumetri. Analisis gravimetri dilakukan terhadap kandungan air, abu, lemak kasar, dan serat kasar. Pengekstrak yang digunakan pada penetapan lemak kasar adalah *petroleum eter* dan pada penetapan serat kasar adalah *neutral detergent fibre* (NDF). Sementara, untuk analisis volumetri dilakukan terhadap kandungan protein kasar dengan menggunakan metode *Kjeldahl* (Peter *et al.*, 2007).

Pengembangan Jamur Antagonis *Trichoderma*

Sampel isolat jamur *Trichoderma* diperoleh dari Laboratorium Lapangan Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Tenggara, selanjutnya dikembangkan di Laboratorium BPTP Sulawesi Tenggara dalam bentuk formulasi padat (hablur) dengan komponen pembawa terdiri dari: dedak 30%, serbuk gergaji 30%, alang-alang (dipotong-potong ± 1 cm) 30%, dan isolat jamur *Trichoderma* 10%.

Metode pengembangan biopestisida *Trichoderma* berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Ditjenbun (2004) pada pembuatan kompos *Trichoderma*. Proses produksinya terdiri dari lima tahap (Gambar 1), yaitu: 1) ekstraksi media pembawa, 2) sterilisasi media pembawa, 3) inokulasi dengan starter *Trichoderma* sp., 4) fermentasi inokulan, dan 5) aplikasi biopestisida (biofungisida) *Trichoderma* di pertanaman lada petani.



Gambar 1. Skema alur produksi dan aplikasi biofungisida *Trichoderma* untuk pengendalian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada di Sulawesi Tenggara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Penggunaan *Aspergillus niger* terhadap Cangkang Kakao Hasil Fermentasi

Uji identifikasi dengan cara preparasi dan pengamatan di bawah mikroskop terhadap hasil pengembangan *Aspergillus niger* menunjukkan tanda keaktifan *Aspergillus niger* yang diperlihatkan dengan adanya miselium (kumpulan benang-benang halus) dan konidia (bintik hitam) pada preparat uji. Selanjutnya, hasil analisis kandungan nutrisi tepung cangkang kakao kering diuraikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 nampak bahwa kandungan serat kasar yang tinggi pada perlakuan kontrol (tanpa *Aspergillus niger*) akan dirombak menjadi komponen yang lebih sederhana apabila difermentasi dengan *Aspergillus niger*. Dalam perjalanan menuju ke tahap fermentasi optimal, memungkinkan kandungan serat kasar semakin menurun sebagai akibat dari aktivitas mikro organisme kapang *Aspergillus niger*. Hal ini didukung oleh pernyataan Winarno dan Fardiaz (1979), bahwa proses fermentasi menyebabkan terjadinya pemecahan oleh enzim-enzim tertentu terhadap bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh ternak, misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana.

Tabel 1. Kandungan nutrisi cangkang kakao kering hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*

Variabel analisis (%)	Kontrol	Dengan <i>Aspergillus niger</i>
Air	15,0	10,81
Abu	13,0	8,98
Lemak kasar (LK)	1,0	10,64
Protein kasar (PK)	7,4	13,88
Serat kasar (SK)	33,7	3,89
BETN	29,9	51,80

Sumber: Hasil analisis laboratorium BPTP Sultra (Rusdi *et al.*, 2011)

Kandungan lemak kasar pada perlakuan *Aspergillus niger* lebih tinggi dari pada kontrol. Hal ini karena lemak awal yang terkandung dalam cangkang kakao segar selama proses fermentasi terakumulasi menjadi lemak tersedia, dan oleh *Aspergillus niger* dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan energi dalam memperoleh produk fermentasi. Hasil penelitian Supriyati *et al.* (1998) menunjukkan bahwa kapang *Aspergillus niger* merupakan kapang yang spesifik aktivitasnya pada medium/bahan yang mengandung kadar lemak tinggi.

Kandungan protein kasar pada perlakuan *Aspergillus niger* lebih tinggi daripada kontrol. Hal ini memberi indikasi bahwa aktivitas kapang *Aspergillus niger* dalam merombak kandungan fraksi serat kasar memungkinkan terjadinya peningkatan kandungan protein pada produk bahan kering. Selain itu, adanya sumber N dari pupuk urea pada substrak dalam proses aktivasi *Aspergillus niger* menciptakan kondisi pH yang sangat masam sehingga memicu terjadi pengikatan molekul-molekul protein substrak ke cangkang kakao. Sejalan dengan hal tersebut, Supriyati *et al.* (1998) menyatakan bahwa kenaikan kadar protein pada bungkil inti sawit yang difermentasi diduga akibat adanya kerja dari mikroba dan adanya penambahan protein yang terdapat dalam sel mikroba itu sendiri.

Menurut Sudarmadji *et al.* (1989), selama proses pertumbuhan kapang, selain dihasilkan enzim, juga dihasilkan protein enzim ekstraseluler dan protein hasil metabolisme kapang sehingga terjadi peningkatan kadar protein kasar dan sejati. Purwadaria *et al.* (1999) menyatakan bahwa, aktivitas enzim hidrolisis karbohidrat selalu berpengaruh pada daya cerna protein, karena molekul protein dapat terletak di antara molekul serat, sehingga penguraian serat akan berpengaruh pada pelepasan molekul protein yang meningkatkan daya cerna protein.

Berdasarkan laporan (Agrotek, 2003), bahwa nutrisi cangkang kakao kering terdiri dari kandungan protein kasar yang rendah (6,5–9,0%), serat kasar cukup tinggi (27%), Komponen serat (selulosa 27–31%, hemiselulosa 10–13%, dan lignin 12–19%), lemak kasar 0,6–1,0%, abu 8,0–10,5%, bahan kering 6,5–8,0%, dan theobromin 0,17–0,20%. Menurut Laelasari dan Purwadaria (2004), kandungan serat kasar yang tinggi dapat mengganggu pencernaan zat-zat lainnya,

mengakibatkan daya cerna bahan pakan tersebut berkurang karena proses pelumatan serat kasar memerlukan banyak energi dan enzim.

Kandungan serat kasar yang cukup tinggi dan adanya *theobromin* yang dikenal sebagai zat anti nutrisi dalam pakan dapat menghambat proses pencernaan bagi ternak yang bersangkutan (Krisnan, 2005). Oleh karena itu, untuk menjadikan cangkang kakao menjadi pakan ternak diperlukan pengolahan terlebih dahulu, yakni melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan mikroorganisme dari spesies jamur *Aspergillus niger*.

Dampak Pemberian Cangkang Kakao pada Ternak

Pemberian limbah cangkang kakao dalam bentuk segar atau tepung kepada ternak akan memberikan dampak yang berbeda. Pemberian dalam bentuk segar bisa mengakibatkan ternak mengalami keracunan karena kulit kakao yang masih segar mengandung racun yaitu *alkaloid theobromin dimethylxantine* yang merupakan faktor pembatas karena bisa menyebabkan keracunan pada ternak, sehingga harus ada perlakuan khusus sebelum dikonsumsi oleh ternak, yakni melalui fermentasi dengan *Aspergillus niger*.

Hasil penelitian Baharudin (2007), pemberian cangkang kakao segar dan dikeringkan dengan sinar matahari secara langsung atau tanpa difermentasi mengakibatkan penurunan berat badan pada ternak kambing karena rendahnya kandungan protein pada cangkang kakao yang segar dan tingginya kandungan lignin dan selulosanya. Oleh karena itu, sebelum pemberian pada ternak sebaiknya difermentasi terlebih dahulu untuk mengurangi tingginya kandungan kadar *lignin* dan untuk meningkatkan nilai nutrisi khususnya protein.

Agussalim *et al.* (2006), pemberian tepung cangkang kakao pada ternak secara kontinyu, terlebih dahulu harus mengalami proses adaptasi selama 1–2 minggu dengan cara pemberian bertahap/sedikit demi sedikit sampai jumlahnya setara dengan hijauan 10% bahan kering dari bobot badan sedangkan tepung kakao 1% bahan kering dari bobot badan. Hasil pengamatan rata-rata pertambahan berat badan harian (PBBH) sapi dengan penambahan pakan tepung cangkang kakao lebih tinggi (0,266 kg/hr atau 95,76 kg/tahun) dibandingkan dengan PBBH sapi dengan pakan rumput alam saja hanya 0,133 kg/hr atau 47,88 kg/ekor/tahun.

Menurut Bakrie *et al.* (1995), penggunaan limbah kakao antara 27-30% dari total ransum basal pada ternak sapi tidak menimbulkan efek zat anti nutrisi pada pertambahan berat badan. Dari laporan penelitian yang dilaksanakan di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa manfaat pemberian cangkang kakao dirasakan oleh petani, khususnya terlihat pada pertambahan berat badan ternak kambing yang mencapai 0,239 kg/hr/ekor dan 0,184 kg/hr/ekor dibandingkan dengan ternak kontrol pada dua lokasi masing-masing 0,112 kg/hr/ekor dan 0,097 kg/hr/ekor. Dengan adanya pertambahan berat badan tersebut maka berdampak pula pada harga penjualan ternak, di mana harga penjualan ternak kambing percobaan mencapai Rp450.000 per ekor dan Rp550.000 per ekor lebih tinggi dibandingkan harga penjualan ternak kambing (kontrol) per ekor sebesar Rp350.000 dan Rp500.000 (BPTP Sulsel, 2001)

Perbaikan budi daya tanaman kakao secara terpadu dengan kambing dapat meningkatkan produksi kakao dari 351,5 kg/0,5 ha/tahun menjadi 650,6 kg/0,5 ha/tahun atau 1.301,2 kg/ha/tahun sedangkan perbaikan sistem pemeliharaan kambing dapat meningkatkan rata-rata pertambahan bobot hidup harian (PBHH) dari 42,7 g/ekor menjadi 73,3 g/ekor dengan kenaikan bobot hidup akhir dari 3,8 kg/ekor menjadi 6,6 kg/ekor (BPTP Sulteng, 2012).

Dampak Cangkang Kakao terhadap Pendapatan Petani

Pemanfaatan limbah cangkang kakao berdampak positif terhadap peningkatan pendapatan petani kakao. Hasil analisis usaha tani model integrasi kakao–kambing yang dilakukan Priyanto (2008) pada kondisi areal kebun kakao seluas 1,5 ha, berdasarkan kemampuan daya tampung pemeliharaan skala 5 ekor induk, mampu meningkatkan pendapatan petani sebesar 45,9%, dari pendapatan Rp11.020.000 menjadi Rp16.080.000 dengan nilai BCR mencapai 1,24.

Keuntungan yang diperoleh petani di Sulawesi Selatan sebelum melakukan introduksi pemanfaatan limbah kakao sebesar Rp343.000 dan Rp586.850 lebih rendah dibandingkan dengan keuntungan setelah melakukan introduksi sebesar Rp887.200 dan Rp834.700. Selain dampak ekonomi, maka berdampak pula pada tanaman kakao sebagai penghasil limbah cangkang kakao. Ternak yang mengkonsumsi cangkang kakao akan mengeluarkan kotoran berupa hasil buangan dari pakan yang dikonsumsi. Kotoran tersebut akan dikembalikan pada tanaman kakao yang berfungsi sebagai pupuk (BPTP Sulsel, 2001)

Dampak Penggunaan Biopestisida *Trichoderma* terhadap Tanaman Lada

Hasil pantauan di Desa Aopa, Kecamatan Angata, Kabupaten Konawe Selatan, lokasi di mana dilaksanakan aplikasi biopestisida *Trichoderma* pada 2010- 2011, menunjukkan bahwa biofungisida *Trichoderma* yang telah diaplikasikan sangat bermanfaat terhadap dukungan penyediaan inang *Trichoderma* yang telah menyebar di lapangan, serta adanya dukungan dari bahan organik hasil pangkasan tanaman pelindung *glirisdia* untuk perkembangan spora. Dengan demikian, ke depan populasi *Trichoderma* pada lahan pertanaman lada akan semakin bertambah dengan daya kompetitif terhadap perkembangan patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang/akar tanaman lada yang akan semakin tinggi.

Secara empiris dari telaahan mikroskopis, jamur *Trichoderma* pada perkembangan lanjut menghasilkan kumpulan konidia yang dapat tumbuh lebih cepat dan memproduksi berjuta-juta spora yang dapat menghambat perkembangan jamur *Phytophthora* (penyebab penyakit busuk pangkal batang). Menurut Ditjenbun (2004), miselium yang dimiliki *Trichoderma* setelah fase kedewasaan akan berwarna hijau kekuningan dan berkembang biak (secara aseksual) dengan membentuk spora yang lebih banyak yang memiliki daya kompetitif terhadap jamur lain seperti jamur *Phytophthora capsici* patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang/akar tanaman lada.

Selain itu, menurut sejarahnya *Trichoderma* merupakan salah satu jamur tanah yang tersebar luas (kosmopolitan) yang hampir dapat ditemui di lahan-lahan pertanian dan perkebunan, serta bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada jamur lain. Dengan demikian, perpaduan antara penanganan secara kultur teknis seperti pemangkasan tanaman pelindung dan sanitasi dengan pemanfaatan kompos (biofungisida) *Trichoderma* pada pertanaman lada di Desa Aopa adalah sangat tepat dalam upaya mendukung pertumbuhan spesies jamur *Trichoderma*, terutama yang bersifat saprofit yang dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan kondisi agroklimat spesifik Desa Aopa yang diketahui memiliki suhu rata-rata 25-30 °C dengan pH tanah cukup bervariasi antara pH 4,8-6,2.

Pengalaman responden terhadap tanaman lada yang terserang gejala penyakit menunjukkan bahwa pada saat musim penghujan (April-Oktober) tepatnya setelah turun hujan, rata-rata tanaman lada memperlihatkan warna kekuningan pada daunnya, dan selang beberapa hari kemudian daun gugur dan pada akhirnya tanaman mati. Akan tetapi, setelah diaplikasikan *Trichoderma* pada 2010, gejala tersebut telah berkurang hingga 40% pada 2011. Hal serupa terjadi dari pantauan langsung di lapangan terhadap 900 tanaman sampel lada sehat yang terbagi dalam tiga kelompok yakni tanaman berumur 2, 4, dan 6 tahun yang diaplikasikan biofungisida *Trichoderma* pada 2010, juga tidak memperlihatkan adanya gejala serangan *Phytophthora capsici* pada 2011 kendatipun kondisi iklim pada waktu pengkajian sama dengan kondisi iklim pada tahun-tahun sebelumnya. Dengan demikian, secara deskriptif ada korelasi efektivitas antara penanganan secara kultur teknis dengan pemanfaatan biofungisida *Trichoderma* terhadap perubahan/penampakan fisik visual tanaman lada di Desa Aopa.

Sebagai estimasi acuan bahwa, jika biofungisida *Trichoderma* diaplikasikan dalam 1 ha dengan populasi 2.500 tanaman (jarak tanam 2 m x 2 m), dengan asumsi terdapat 900 tanaman yang tetap sehat setelah setahun aplikasi, berarti akan terdapat penurunan intensitas gejala serangan penyakit busuk pangkal batang sekitar 36% per ha per tahun. Oleh karena itu, diprediksikan dampak/kemampuan biofungisida *Trichoderma* dalam menurunkan keberadaan patogen *Phytophthora capsici* di perkebunan lada rakyat Desa Aopa berlangsung setelah sekitar 2-3 tahun sejak aplikasi, asalkan pengelolaannya secara terpadu antara kultur teknis, misalnya pemangkasan tanaman pelindung *glirisdia* secara bertahap, pengaturan/penataan kanopi lada, dan pengelolaan drainase.

Respon Petani terhadap Penerapan Komponen Teknologi *Trichoderma*

Selain dampak secara teknis yang dirasakan oleh petani lada, manfaat lain dari penggunaan biofungisida *Trichoderma* adalah dari segi ekonomi cukup murah dan mudah dilaksanakan oleh petani di Desa Aopa. Bahan baku untuk memproduksi biofungisida tersebut yang terdiri dari dedak, serbuk gergaji, dan alang-alang cukup banyak tersedia di lokasi sehingga tidak harus mengeluarkan banyak biaya untuk membeli. Selain itu, ada toleransi waktu yang cukup terhadap aplikasi biofungisida *Trichoderma* di pertanaman karena berdasarkan prediksi tersebut di atas, aplikasi dapat dilakukan satu kali dalam dua tahun. Dengan demikian, petani mempunyai waktu yang cukup untuk mempersiapkan sarana produksi. Selain itu, sumber bibit/starter *Trichoderma* mudah diperoleh karena ada lembaga pemerintah yang menyiapkan, yakni Laboratorium Lapangan Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Tenggara dengan harga yang terjangkau oleh petani.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem integrasi pertanian energi berbasis limbah perkebunan dengan sumber daya hayati di Sulawesi Tenggara menghasilkan bioproduk yang terbarukan berupa biokontrol dan biopestisida. Biokontrol *Aspergillus niger* berdampak positif terhadap pemberdayaan limbah cangkang kakao menjadi pakan ternak alternatif dan biopestisida *Trichoderma* berdampak positif terhadap pengendalian penyakit busuk pangkal batang lada. Penggunaan biokontrol *Aspergillus niger* pada fermentasi cangkang kakao dapat menurunkan kadar serat kasar yang tinggi sehingga memudahkan tingkat pencernaan ternak terhadap manfaat protein sebagai sumber gizi dan energi pertambahan bobot badan ternak. Penggunaan biopestisida *Trichoderma* sangat bermanfaat terhadap dukungan penyediaan inang *Trichoderma* di pertanaman lada karena lambat laun akan memunculkan spora atau jamur *Trichoderma* yang memiliki daya kompetitif yang tinggi terhadap patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang lada, sehingga lambat laun patogen penyebab penyakit akan terdesak dengan populasi *Trichoderma* yang lebih tinggi.

Pemberian limbah cangkang kakao dalam bentuk segar kepada ternak akan memberikan dampak negatif karena dapat mengakibatkan ternak mengalami keracunan karena cangkang kakao yang masih segar mengandung racun yaitu *alkaloid theobromin dimethyxantine* yang merupakan faktor pembatas pada ternak yang mengkonsumsi, sehingga harus ada perlakuan khusus sebelum dikonsumsi oleh ternak, yakni melalui fermentasi dengan *Aspergillus niger*. Aplikasi biofungisida *Trichoderma* akan berdampak positif terhadap penanggulangan penyakit busuk pangkal batang lada, jika disertai dengan pengelolaan secara kultur teknis yang terpadu antara pemangkasan tanaman pelindung glirisidia secara bertahap, pengaturan/penataan kanopi lada, dan pengelolaan drainase. Langkah kerja dalam pembuatan biokontrol dan biopestisida diupayakan tetap memegang prinsip akseptabilitas oleh karena hal ini yang paling menentukan tingkat keberhasilan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrotek, 2003. Kondisi dan harapan pertanian Indonesia: membuat pakan ternak dari limbah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm. 168-169.
- Agussalim, Z. Abidin, dan A. Syam. 2006. Pengkajian sistem usaha tani integrasi tanaman kakao-ternak sapi pada lahan kering di lahan kering Kecamatan Ladongi, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil-hasil Penelitian di BPTP Sulawesi Tenggara
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2008. Teknologi Budi Daya Lada. Seri Buku Inovasi: BUN/10/2008. ISBN : 978-979-1415-37-8.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. 2001. Pemanfaatan cangkang kakao sebagai pakan kambing. Brosur. Makassar.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. 2011. Sistem Integrasi Padi-Ternak. Makassar.

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara. 2010. Laporan Akhir Kegiatan Demonstrasi Teknologi Lada Mendukung Kegiatan FMA di Kabupaten Konawe Selatan.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah. 2012. Pengkajian Pengembangan SUT Integrasi Kambing-Kakao di Sulawesi Tengah (P4MI)
- Baharudin, W. 2007. Mengelola cangkang kakao menjadi pakan ternak. <http://Disnaksulsel.info/>
- Bakrie, P. Sitepu, P. Situmorang, T. Panggabean, dan C.H. Sirait. 1995. Pemanfaatan cangkang buah kakao (*Theobroma cocoa*) sebagai sumber energi dalam ransum sapi potong. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, 2007. Hama dan penyakit utama tanaman lada dan pengendaliannya. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 29(4).
- BPS Sultra. 2013. Sulawesi Tenggara Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara. Kendari
- BPPT/Lembaga Penyedia Pusat Inovasi UMKM. Biofungisida *Trichoderma* Pengendali Penyakit Tanaman. <http://www.portal.pi-umkm.net/html> (18 November 2010).
- Ditjenbun, 2004. Perbanyak Jamur *Trichoderma sp.* Skala Petani. Jakarta.
- Diwyanto, K. dan E. Handiirawan. 2004. Peran litbang dalam mendukung usaha agribisnis pola integrasi tanaman – ternak. Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman–Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor. hlm. 63-80
- Wahyuno, D., D. Manohara, dan D.N. Susilowati 2007. Variasi morfologi dan virulensi *Phytophthora capsici* asal lada. Buletin Plasma Nutrafah 13(2).
- Priyanto, D. 2008. Model Usaha tani integrasi kakao kambing dalam upaya peningkatan pendapatan petani. Wartazoa 18(1): 46-56.
- Fagi, A.M., I.G. Ismail, dan S. Kartaatmadjaya, 2004. Evaluasi pendahuluan kelembagaan sistem usaha tani tanaman-ternak di beberapa Kabupaten di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Prosiding Lokakarya Sistem dan Kelembagaan Usaha tani Tanaman-Ternak. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Krisnan, R. 2005. Pengaruh pemberian ampas teh (*Camelia sinensis*) fermentasi dengan *Aspergillus niger* pada ayam broiler. J Ilmu Ternak Vet. 10(1): 1-5
- Laela-sari dan T. Purwadaria. 2004. Isolasi mutan asporogenous *Aspergillus niger* serta pengkajian nilai gizi hasil fermentasi mutan pada substrak onggok. Widyariset. 7:19-31.
- Lubis, D., T. Prasetyo, E. Masbulan, R. Hardianto, dan A. Hermawan. 1991. Dampak usaha ternak dalam usaha tani lahan kering daerah aliran sungai bagian hulu serta peluang pengembangannya. Risalah Lokakarya Sistem Usaha tani Konservasi di DAS Jratunseluna dan DAS Brantas. P3HTA, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Salatiga. hlm. 187-205.
- Mirwandhono, E. dan Z. Siregar. 2004. Limbah kelapa sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus*, dan *Trichoderma viridae* dalam ransum ayam pedaging. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Peter, I. dan Esnawan B., 2007. Metode Analisis Pakan Ternak. *Training Manual for Laboratory Analysis of Soil and Plant Material* kerjasama dengan Aciar-Crawford Fund-The University of Queensland-CSIRO Sustainable Ecosystems-BPTP NTT.
- Priyanto, D., A. Priyanti, dan I. Inonu. 2004. Potensi dan peluang pola integrasi ternak kambing dan perkebunan kakao rakyat di Pemda Lampung. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak. hlm. 381-388.
- Purwadaria, T., A.P. Sinurat, Supriyati, H. Hamid, dan I.A.K. Bintang. 1999. Evaluasi nilai gizi lumpur sawit fermentasi dengan *Aspergillus niger* setelah proses pengeringan dengan pemanasan. J Ilmu Ternak Vet. 4(4): 257-263.
- Rusdi, Agussalim, dan Z. Yuliani. 2011. Kajian kandungan nutrisi cangkang kakao dengan aktivator *Aspergillus niger*. Prosiding Seminar Nasional Pengkajian dan Diseminasi Inovasi Pertanian Mendukung Program Strategis Kementerian Pertanian, Cisarua, Desember 2010. Buku 4. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.
- Rusdi, A., Sulle, dan Rusdin. 2013. Kajian penanggulangan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada dengan pemanfaatan *Trichoderma* di lokasi FEATI Desa Aopa, Kecamatan Angata, Kabupaten Konawe Selatan-Sulawesi Tenggara. Prosiding Seminar Nasional FEATI, Surabaya, November 2012. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.

- Rusdin, Suharno, dan Rusdi, 2013. Potensi dan peluang pemanfaatan cangkang kakao sebagai pakan ternak untuk meningkatkan pendapatan petani di Sulawesi Tenggara. *Prosiding Ekspose dan Seminar Nasional Inovasi Pertanian Ramah lingkungan*, Makassar, Juni 2013. Buku 2. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Setiawati, W. 2009. Sistem integrasi tanaman sayuran dan ternak bebas limbah. Makalah Bahan Pelatihan Dalam Rangka Kunjungan Linkages ACIAR SADI dari BPTP di 4 Provinsi, Lembang Maret 2009. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Sinurat, A.P. 2003. Pemanfaatan lumpur sawit untuk bahan pakan unggas. *Wartazoa* 13(2): 39-47.
- Sudarmadji, S.R. Kasmidio, Sardjono, D. Wibowo, S. Margiono dan S.R. Endang, 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suntoro. 2011. <http://suntoro.staff.uns.ac.id/files/.../25-pertanian-organik-integrasi-ternak.doc>, (18 Maret 2011]
- Supiryati, T. Pasaribu, H. Hamid, dan A. Sinurat, 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *J Ilmu Ternak Vet.* 3(3): 165-170.
- Sutikno, A.I. 1997. Pod coklat untuk pakan ternak ruminansia. *Wartazoa* 6(2): 38-43.
- Winarno, F.G. dan S. Fardiaz, 1979. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Penerbit Angkasa. Bandung.